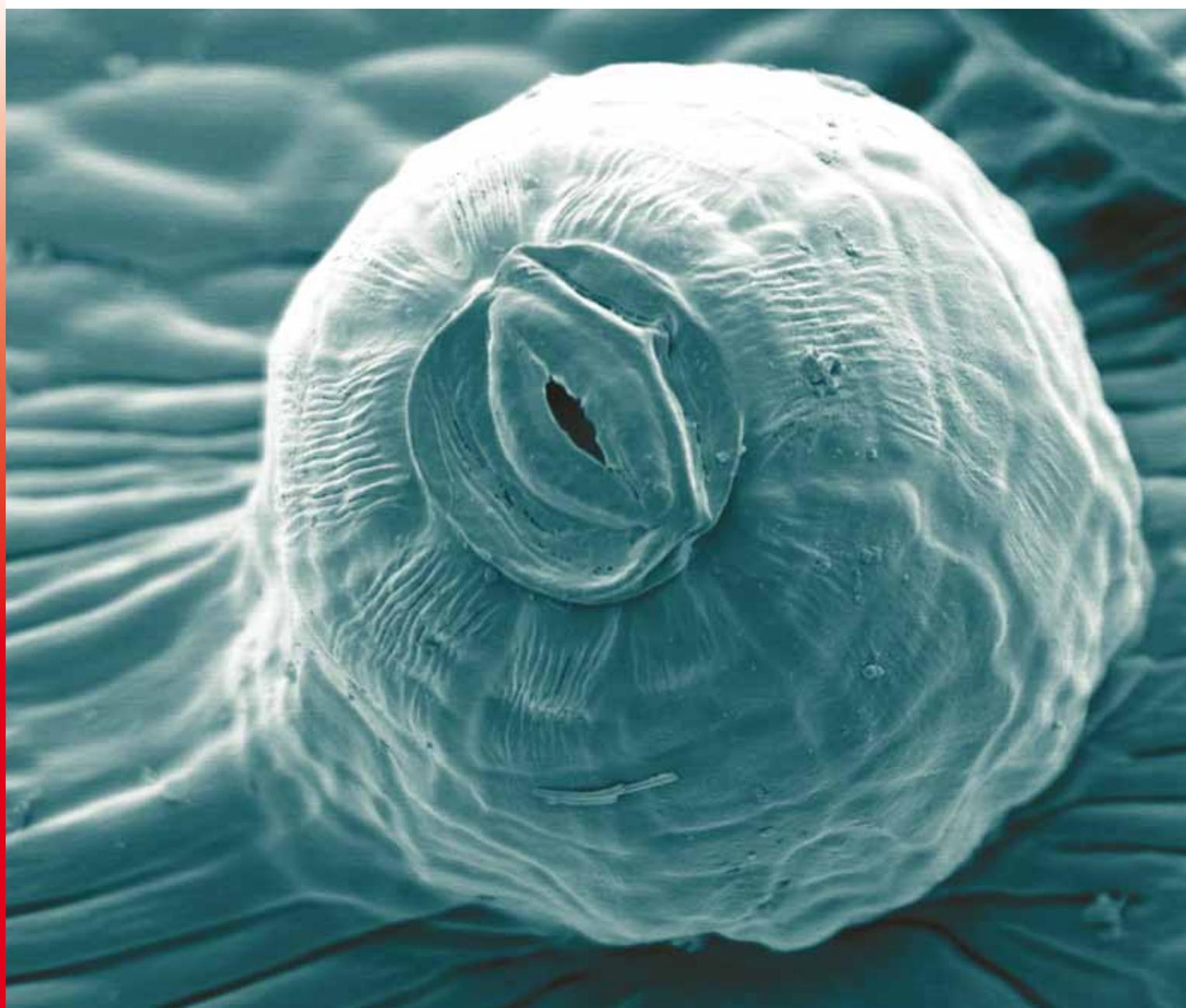


R E V U E S U I S S E D E

VITICULTURE ARBORICULTURE HORTICULTURE



J U I L L E T - A O Û T 2 0 1 2 | V O L . 4 4 | N ° 4



Agroscope | Agora | Agridea | AMTRA | EIC

- Viticulture** Nouvelles données sur la sensibilité des grappes au mildiou **Page 226**
- Plantes aromatiques
et médicinales** Dépérissement de la camomille romaine **Page 234**
- Arboriculture** Entreposage des pommes Pink Lady® **Page 258**



Haute Couture.

Pour que la robe de votre bouteille
soit à la hauteur de celle de votre vin.

L'ETIQUETTE

Sommaire

Juillet–Août 2012 | Vol. 44 | N° 4



Photographie de couverture:

L'explication des mécanismes de résistance des cépages aux maladies repose souvent sur la physiologie et la morphologie de structures particulières comme les stomates, qui servent de porte d'entrée au mildiou de la vigne (ici un stomate de forme saillante vu au microscope à balayage; grossissement 650 x). Voir également à ce sujet l'éditorial et l'article de Gindro *et al.* en p. 226. (Photo Katia Gindro, ACW)

Cette revue est référencée dans les banques de données internationales SCIE, Agricola, AGRIS, CAB, ELFIS et FSTA.

Editeur

AMTRA (Association pour la mise en valeur des travaux de la recherche agronomique), CP 1006, 1260 Nyon 1, Suisse. www.revuevitiarbohorti.ch
ISSN 0375-1430

Rédaction

Judith Auer (directrice et rédactrice en chef), Eliane Rohrer (rédactrice).
Tél. +41 22 363 41 54, fax +41 22 362 13 25
E-mail: eliane.rohrer@acw.admin.ch

Comité de lecture

J.-Ph. Mayor (directeur général ACW), O. Viret (ACW),
Ch. Carlen (ACW), B. Graf (ACW), U. Zürcher (ACW),
L. Bertschinger (ACW), C. Briquet (directeur EIC),
Ph. Droz (Agridea)

Publicité

Inédit Publications SA, Serge Bornand
Avenue Dapples 7, CP 900, 1001 Lausanne, tél. +41 21 695 95 67

Préresse

Inédit Publications SA, 1001 Lausanne

Impression

Courvoisier-Attinger Arts graphiques SA

© Tous droits de reproduction et de traduction réservés.
Toute reproduction ou traduction, partielle ou intégrale,
doit faire l'objet d'un accord avec la rédaction.

Tarifs des abonnements

Abonnement	simple	combiné
annuel:	(imprimé ou électronique)	(imprimé et électronique)
Suisse	CHF 48.–	CHF 58.–
Autres pays	CHF 55.–	CHF 65.–

Abonnements et commandes

Anne-Lise Wüst, Agroscope Changins-Wädenswil ACW,
CP 1012, 1260 Nyon 1, Suisse
Tél. +41 22 363 41 53, fax +41 22 362 13 25
E-mail: annelise.wuest@acw.admin.ch

Versement

CCP 10-13759-2 ou UBS Nyon, compte CD-100951.0

Commande de tirés-à-part

Tous nos tirés-à-part peuvent être commandés en ligne sur
www.revuevitiarbohorti.ch, publications.

213 Editorial

Viticulture

216 Réserves en glucides de la vigne (cv. Chasselas): influence du rapport feuille-fruit

Vivian Zufferey, François Murisier, Philippe Vivin, Sandrine Belcher, Fabrice Lorenzini, Jean-Laurent Spring et Olivier Viret

226 Sensibilité des grappes au mildiou: nouvelles données microscopiques et biochimiques

Katia Gindro, Virginia Alonso-Villaverde, Francine Voinesco, Jean-Laurent Spring, Olivier Viret et Pierre-Henri Dubuis

Plantes aromatiques et médicinales

234 Origine du dépérissement de la camomille romaine

Nadège Pillonel, Serge Fischer et Catherine Baroffio

Protection des végétaux

244 Effets de six insecticides sur *Neoseiulus fallacis*, un acarien prédateur des vignobles au Canada

Emilien Lamotte et Dominique Fleury

Cultures sous serre

250 Economie d'énergie sous serre par intégration de température en culture de pèlargonium en pot

Céline Gilli

Arboriculture

258 Entreposage frigorifique de pommes Pink Lady®: influence de la température, de l'atmosphère et du 1-MCP

Jean-Pierre Siegrist et Pierre-Yves Cotter

267 Portrait

269 Page de l'EIC



La pépinière romande à votre disposition

Eurolant S.à.r.l.

Scions fruitiers

toutes espèces fruitières

hautes tiges
arbres formés

greffage sous contrat



Eurolant S.à.r.l. - En Pérauses, rte de l'Etraz, 1267 Vich - Fax 022 364 69 43 - Tél. 022 364 69 33



efficace et fiable

**Greenkeeper's
Favourites.**
**Duplosan® KV-Combi
et Foxtril®-P.**

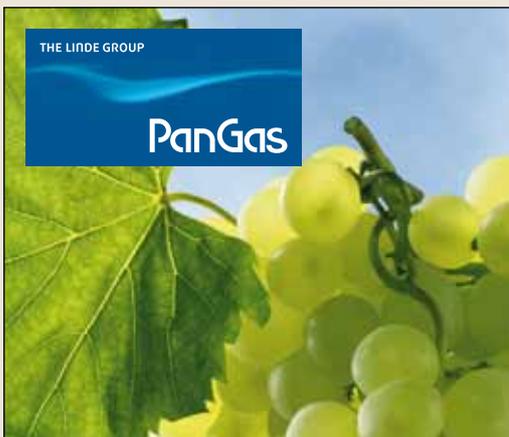


Duplosan® KV-Combi, 1 l pour 250 l de bouillie.
Matières actives: mécoprop-P, 2,4-D.
Foxtril®-P, 1 l pour 200 l de bouillie.
Matières actives: bifénox, ioxynil, mécoprop-P.

Traiter aisément de grandes surfaces de gazon. Duplosan® KV-Combi et Foxtril®-P se distinguent par leur amplitude d'efficacité notamment contre les dicotylédones à larges feuilles telles que pâquerettes, lierre terrestre, dent-de-lion et diverses variétés de trèfle. Simple et pratique à utiliser.



Helpline Maag 0900 800 009 (49 ct./min)
www.maag-profi.ch



La glace carbonique de PanGas pour les vignerons.
Refroidissement des moûts – macération à froid.



ICEBITZZZ™ de la glace carbonique et plus encore.

Pellets 3 mm
Pellets 16 mm

PanGas AG
Industriepark 10, CH-6252 Dagmersellen
Téléphone 0844 800 300, Fax 0844 800 301

www.pangas.ch

La physiologie végétale revient au cœur du débat



Vivian Zufferey et Katia Gindro

vivian.zufferey@acw.admin.ch

katia.gindro@acw.admin.ch

A l'heure où la génétique tient une place prépondérante dans les sciences du vivant, la physiologie apparaît comme le parent pauvre de la recherche végétale. Ces deux disciplines sont toutefois complémentaires. En effet, si la génétique permet d'expliquer les événements du métabolisme des plantes à partir de l'ADN, la physiologie étudie les fonctions vitales de la plante (développement, nutrition, reproduction...) dans son environnement.

L'étude des relations qui unissent la plante à son environnement (éco-physiologie) témoigne de la très grande plasticité du monde végétal et révèle ses remarquables possibilités d'adaptation aux milieux les plus variés. L'intérêt fondamental de la physiologie consiste à expliquer pourquoi et comment les végétaux parviennent à vivre dans des milieux qui ne réunissent pas toujours les conditions optimales pour leur croissance et leur reproduction. En viticulture, l'adaptation des cépages au milieu pédoclimatique (terroir) est un défi important, nécessitant une connaissance approfondie des besoins physiologiques de la vigne pour mieux maîtriser les facteurs qui influencent la qualité du raisin. ACW entreprend depuis de nombreuses années des recherches pour gérer de la meilleure manière possible la vigueur ou encore l'alimentation hydrique et minérale de la vigne. Une attention particulière est portée à la recherche de l'équilibre entre feuilles et fruits, essentiel pour la pérennité des souches et la qualité des raisins, et notamment pour la mise en réserve des sucres dans les différents organes de la vigne (lire l'article de Zufferey *et al.* en p.216). Les études physiologiques servent également à mieux cerner certains phénomènes comme les dépérissements ou les accidents physiologiques (dessèchement des rafles, folletage des baies), une compréhension indispensable à l'élaboration de stratégies de lutte efficaces. En complément à l'approche physiologique, l'étude anatomique des différents organes de la vigne permet de visualiser leurs particularités physiologiques et d'expliquer certains comportements face à des pathogènes (lire l'article de Gindro *et al.* en p.226). Le folletage des baies, par exemple, correspond à une perturbation de l'alimentation hydrique et carbonée de la grappe, qui désorganise les vaisseaux conducteurs et bloque le développement des baies. D'autres symptômes – l'apoplexie foliaire observée en présence d'esca – résulteraient d'une perturbation des flux hydriques à travers la plante, due à la fois à un cortège de champignons colonisant les vaisseaux et à un stress physiologique lié au climat. Dans ce contexte, les travaux de physiologie commencent seulement à permettre d'identifier les facteurs responsables de l'apoplexie et de la mort des ceps.

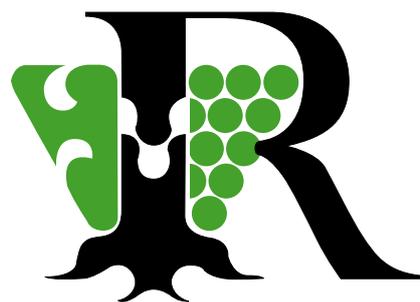
Dans un contexte climatique qui évolue rapidement vers une hausse des températures et des teneurs en CO₂ de l'air, les connaissances en physiologie seront de plus en plus nécessaires à la conduite de la vigne. Face aux défis du futur, une des principales préoccupations de la recherche viticole d'ACW reste l'adaptation des cépages et des techniques culturales pour optimiser les ressources en eau et en éléments nutritifs.

Pépinières Viticoles - Ph. Rosset

- Toutes variétés sur divers porte-greffes.
- Plantation de vos plants et échelas à la machine guidée par GPS.
- Tubex et Bio-Protek, protections pour vos plants.

Qualité et Service font notre différence

Jolimont 8 - 1180 Rolle - Tél. 021 825 14 68 - Fax 021 825 15 83
E-mail: rossetp@domainerosset.ch - www.domainerosset.ch



Bucher et Sutter

L'offre élargie de presseoirs Bucher Vaslin



Consultez nos concessionnaires

Ils vous apportent leur expérience et leur expertise pour vous conseiller dans vos choix, pour vous assister avant, pendant et après les vendanges.



Nos concessionnaires agréés :

Avidor Valais SA
3970 Salgesch
Tél. 027/456 33 05

Gigandet SA
1853 Yvorne
Tél. 024/466 13 83

Hauswirth Bursins SA
1183 Bursins
Tél. 021/824 11 29

Valélectric Farner SA
1955 St Pierre de Clages
Tél. 027/305 30 00

Jean-Luc Kaesermann Sarl
1173 Féchy
Tél. 021/808 71 27

Perroulaz SA
1070 Puidoux
Tél. 021/946 34 14

Bucher Vaslin - Philippe Besse
CH-1787 Mur/Vully - Tél. 079/217 52 75
philippe.besse@buchervaslin.com

BUCHER
vaslin

www.buchervaslin.com
Votre réussite est notre priorité

La solution vraie et simple au problème:

Mauskiller U2

Pellets de gazéification très efficace et **rapide contre les campagnols**. Pas d'autocombustion, détonation, formation de fumée! N'est pas toxique pour les plantes ou les animaux qui mangent les rongeurs.

Seulement permis à des personnes qualifiées.

Schneiter AGRO SA

Industrie Birren 30 5703 Seon Tél. 062 893 28 83



Débitmètre de cave Inox

- Passage 1" 1/2 avec raccords F40
- Affichage du total des litres
- Affichage de la vitesse d'écoulement (débit)
- Remise à zéro à volonté
- Nombreuses variantes

AgriTechno L'agriculture de précision
Case postale 24 - CH-1066 Epalinges
Tél. 021 784 19 60 - Fax 021 784 36 35 - GSM 079 333 04 10
E-mail: agritechno-lambert@bluewin.ch

MA CHANCE

WIR Bank

**FINANCER À DES CONDITIONS
DÉCOIFFANTES**

Crédits de construction et hypothèques dès 1%

www.banquewir.ch
Tél. 0848 947 948

Réserves en glucides de la vigne (cv. Chasselas): influence du rapport feuille-fruit

Vivian ZUFFEREY, François MURISIER, Philippe VIVIN¹, Sandrine BELCHER, Fabrice LORENZINI, Jean-Laurent SPRING et Olivier VIRET, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW
¹INRA, UMR 1287 Ecophysiologie et Génomique de la vigne, ISVV Bordeaux-Aquitaine
Renseignements: Vivian Zufferey, e-mail: vivian-zufferey@acw.admin.ch, tél. +41 21 72 11 563, www.agroscope.ch



Pour développer ses rameaux au printemps, la vigne (ici du Chasselas) puise dans les glucides accumulés dans les racines et le tronc l'année précédente.

Introduction

Chez les végétaux, les glucides (sucres) synthétisés par les feuilles lors de la photosynthèse constituent la majeure partie des substances organiques. Éléments constitutifs dans la plupart des composés organiques, ils jouent encore le rôle de source d'énergie, de substances de soutien (cellulose, hémicellulose, gluco-protéines, etc.) et de réserve. Toutes les parties de la plante

peuvent mettre des glucides en réserve, de façon transitoire dans les feuilles (stockage pendant le jour, utilisé en conditions limitantes pour la photosynthèse ou la nuit) ou plus durable dans les rameaux, le tronc et les racines.

Des études sur la vigne montrent que les réserves en glucides des troncs et des racines fournissent du carbone pour la croissance des rameaux, des feuilles et des inflorescences au printemps (Keller et Koblet 1994). Des tra-

vaux sur l'évolution des réserves carbonées en cours de saison dans les structures permanentes de la vigne ont analysé les variations en glucides solubles (saccharose, glucose, fructose) et insolubles (amidon) et leur importance dans la redistribution des glucides entre les organes sources (feuilles) et puits (racines, troncs, raisins) (Williams, 1996). Par ailleurs, les conditions climatiques, le stress hydrique, la charge en raisins (Smith et Holzappel 2009), le système de conduite (Weyand et Schultz 2006) et la variété influent aussi sur l'assimilation du carbone et sa mise en réserve, notamment dans les troncs et racines. Les pratiques culturales telles que le rognage ou le défeuillage interviennent également dans l'accumulation des glucides en modifiant la relation feuille-fruit et la répartition des glucides dans la plante (Candolfi-Vasconcelos et Koblet 1990). Récemment, Smith et Holzappel (2009) ont montré que des vignes fortement chargées en raisins dépendaient davantage de la période après vendange pour refournir leurs racines en glucides. Un certain rapport feuille-fruit doit être atteint pour obtenir une maturité adéquate des raisins: en climat frais, 10 à 20 cm² de surface foliaire/g de fruit ou 1 à 1,4 m² de surface foliaire exposée/kg de raisin (Murisier et Zufferey 1997). Murisier (1996) a, de surcroît, mis en évidence une relation entre le rapport feuille-fruit et la formation de réserves glucidiques dans les parties ligneuses et les racines de Chasselas.

Un essai faisant varier la hauteur du feuillage (surface foliaire) et la charge en raisins (rendement) a été conduit sur des vignes adultes de Chasselas au champ et la dynamique saisonnière des réserves glucidiques a été suivie sur cinq ans consécutifs pour étudier l'effet du rapport feuille-fruit sur la teneur en sucres solubles et insolubles dans les bois d'un et deux ans, le tronc et les racines de la vigne.

Matériel et méthodes

Site d'étude et matériel végétal

Les essais ont été menés de 1998 à 2002 avec le cépage Chasselas (clone 14/33-4, porte-greffe 3309C), planté en 1986 sur le domaine expérimental d'Agroscope ACW à Pully, Suisse (46° N, 7° E). La parcelle est exposée au sud avec une pente de 10 à 15 %. Le sol, très profond et fertile, possède une réserve hydrique estimée à plus de 200 mm. Les précipitations mensuelles et annuelles sont reportées dans le tableau 1. Les vignes conduites avec le système Guyot en espalier comptent six rameaux par souche. Deux densités de plantation – 4900 plantes/ha (2,4 x 0,85 m) et 9800 plantes/ha (1,2 x 0,85 m) – avec chacune deux hauteurs de feuillage (0,75 et 1,25 m) ont été comparées.

Résumé La mise en réserve des glucides (sucres) dans les différentes parties de la vigne (branche à fruits, tronc et racines) a été étudiée de 1998 à 2002 chez le cépage Chasselas au domaine d'Agroscope ACW à Pully. La vigne stocke ses glucides principalement sous forme d'amidon dans les racines et le tronc. Durant l'hiver, l'amidon a été partiellement converti en sucres solubles (saccharose, glucose et fructose) dans le tronc et les branches à fruits pour lutter contre le froid et le risque de gel des tissus. L'amidon racinaire et des troncs a été fortement mobilisé du débourrement à la floraison, ce qui s'est traduit par une diminution des réserves en glucides dans ces organes. La concentration en amidon des racines et des troncs a augmenté de la floraison à la récolte, voire jusqu'à la chute des feuilles. Le rapport feuille-fruit, exprimé par la relation entre la surface foliaire exposée (SFE) et les kilogrammes de raisin, a largement influencé la teneur en amidon et en glucides totaux des racines et des troncs à la récolte. Dans les conditions de l'essai, les concentrations en amidon et en glucides totaux des racines culminaient lorsque le rapport feuille-fruit approchait 1,5 m² de SFE/kg.

Tableau 1 | Précipitations mensuelles sur le site de Pully (VD) durant les cinq années d'étude (1998–2002) en comparaison avec les moyennes mensuelles à long terme (1961–1990). Données MétéoSuisse

	Précipitations (mm)					
	1998	1999	2000	2001	2002	Ø 30 ans
Janvier	85	58	18	202	41	72
Février	21	120	125	38	77	68
Mars	39	55	58	322	56	76
Avril	165	123	108	160	41	75
Mai	34	153	55	113	191	93
Juin	42	175	48	193	77	111
Juillet	51	68	157	139	115	107
Août	68	209	137	82	106	121
Septembre	222	144	74	148	47	108
Octobre	143	115	185	84	179	93
Novembre	140	90	172	49	260	88
Décembre	33	142	53	34	100	93
Année	1044	1452	1190	1565	1290	1101

Essai de variation du rapport feuille-fruit

Le rapport feuille-fruit a été modifié de deux manières:

- deux hauteurs de feuillage (0,75 et 1,25 m) ont été maintenues constantes tout au long de la saison par rognages successifs: le premier à la fin de la floraison (BBCH 69) et les suivants à trois semaines d'intervalle;
- deux niveaux de rendement ont été comparés en maintenant respectivement une et deux grappes par rameau, en supprimant des grappes au stade petit pois (BBCH 75).

Mesure des surfaces foliaires

La surface foliaire totale des souches a été mesurée selon la méthode non destructive de Carbonneau (1976). Toutes les feuilles de deux rameaux par souche (douze rameaux par traitement) ont été mesurées pour estimer la surface foliaire moyenne de chaque rameau. La surface foliaire totale de la souche a été estimée en multipliant cette valeur par le nombre de rameaux par souche. La surface foliaire exposée à l'éclairement saturant (densité de flux de photons > 1200 $\mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$) a été estimée selon la formule de Carbonneau (1995), qui prend en compte la hauteur effective du feuillage (H), l'épaisseur du feuillage (e), l'écartement des rangs (E) et la proportion des trous dans la canopée (T):

Surface foliaire exposée (SFE) = $[(2 \times H) + e] / E \times (1 - \%T)$

La surface foliaire exposée (SFE) a été estimée chaque année au stade véraison (BBCH 81). Le rapport feuille-fruit a été exprimé en divisant la SFE par la charge en raisins (SFE/kg) de chaque souche.

Echantillonnage et analyse des glucides

Les échantillons de sarments (un an), branches à fruits (deux ans), troncs et racines ont été collectés souche par souche, aux principaux stades de développement (repos hivernal BBCH 0, débourrement BBCH 11, floraison BBCH 65, véraison BBCH 81, récolte BBCH 91 et chute des feuilles BBCH 97). Trois souches par traitement (douze souches au total) ont été excavées à ces différentes périodes au tractopelle, en extrayant le plus grand nombre de racines possible par souche. Environ 1 kg de racines de tous diamètres et tailles ont été collectées, immédiatement lavées et congelées à l'azote liquide au champ, puis stockées à -20°C . Les échantillons de bois ont été prélevés de manière destructive en séparant les sarments (bois d'un an), la branche à fruits (bois de deux ans) et le tronc (bois > douze ans). Environ 400 g de chaque échantillon de bois ont été récoltés par souche pour les analyses, congelés au champ à l'azote liquide et stockés à -20°C . Tous les échantillons de bois et de racines ont été pesés pour déterminer le poids frais, puis lyophilisés au labo-

ratoire Eurolyo à Chartres (France). Chaque lyophilisat a été broyé à 1200 μm . Les hydrates de carbone ou glucides non structuraux (TNC) et leurs composants amidon, saccharose, fructose et glucose ont été dosés par méthode enzymatique de Bergmeyer (1984) au laboratoire d'écophysiologie et d'agronomie viticole de l'INRA Bordeaux-Aquitaine à Villenave d'Ornon (F).

Rendement et composition du raisin

Toutes les souches ont été vendangées séparément. Le rendement effectif par souche et le poids des baies (50 par souche) ont été mesurés. La récolte de chaque souche a été foulée séparément pour déterminer les sucres solubles, le pH et l'acidité totale.

Analyse statistique

Les régressions polynomiales et les analyses de significativité au seuil ($P \leq 0,05$) selon le test de Duncan ont été calculées avec le logiciel Sigmasat 3.1 (systat software, Point Richmond, CA).

Résultats

Evolution saisonnière de la teneur en glucides

L'évolution saisonnière de la teneur en glucides solubles (saccharose, glucose et fructose) et insolubles (amidon) dans les racines, le tronc et les branches à fruits montre que la plupart des glucides sont stockés sous forme d'amidon (fig.1). Dans les racines (fig.1F–J), la part de glucides solubles ne varie que très peu en cours de saison avec moins de 3 % de la matière sèche, tandis que celle en amidon passe de 12 à 25 % selon l'époque de l'année. L'amidon racinaire augmente progressivement un peu avant la floraison et plus fortement de la floraison à la véraison. Son accumulation se poursuit jusqu'à la récolte, et certaines années jusqu'à la chute des feuilles. L'amidon racinaire est dégradé durant l'hiver et un peu avant le débourrement, parfois même jusqu'à l'approche de la floraison.

Dans le tronc et les branches à fruits (fig.1K–T), l'amidon est également la forme de stockage préférentielle des glucides en cours de saison, mais en moindre concentration que dans les racines. L'amidon est converti en glucides solubles durant l'hiver en lien avec la chute des températures. La plus faible teneur en amidon coïncide avec la fermeture de la grappe dans les bois de deux ans. Le taux de glucides solubles passe de 2–3 % de la matière sèche à 7–8 % durant le mois de décembre et les deux premiers mois de l'année. La teneur en glucides solubles dans les branches à fruits et les troncs est la plus haute lorsque les températures journalières moyennes de l'air sont les plus basses,

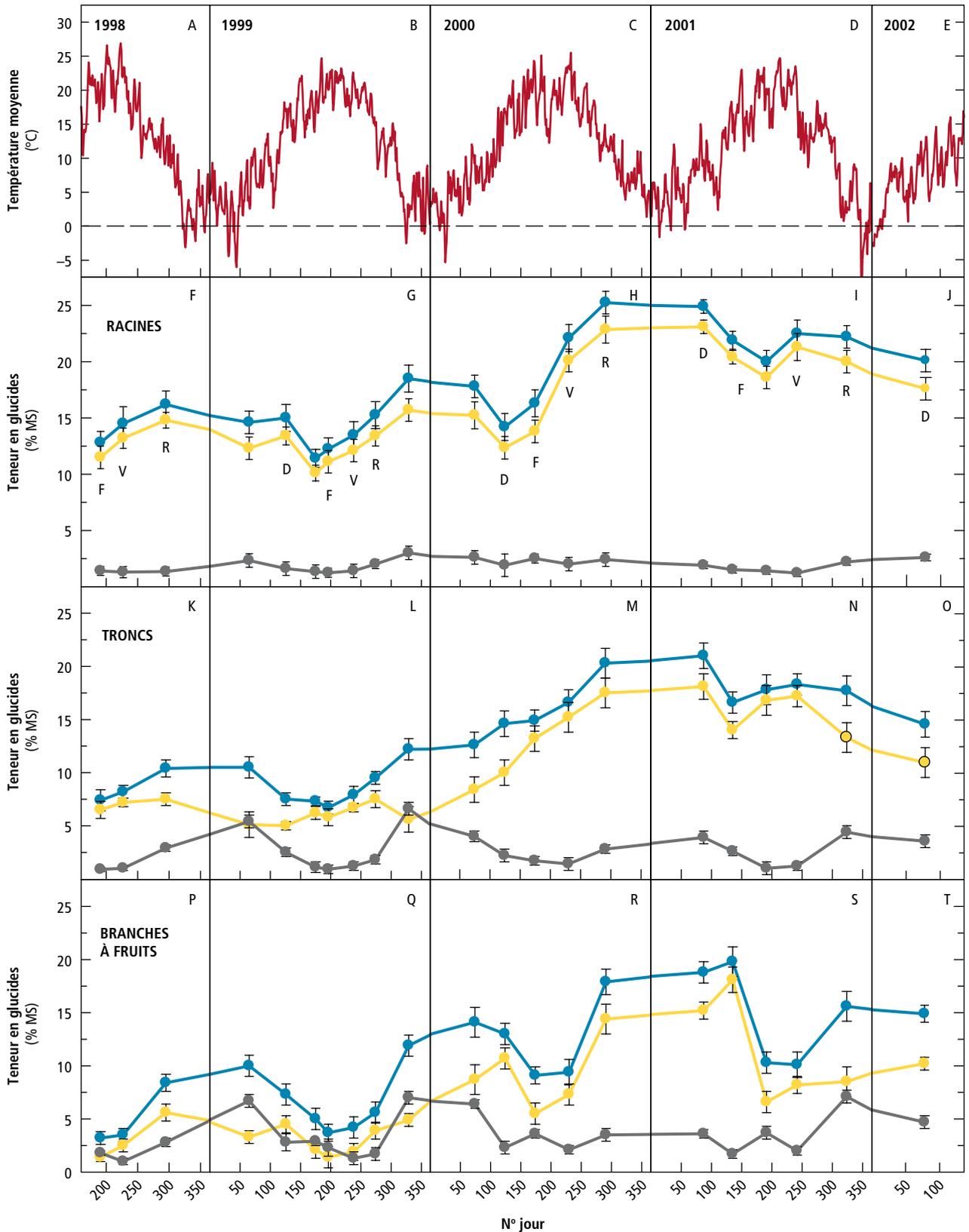


Figure 1 | Température moyenne de l'air (A-E) et évolution saisonnière des glucides solubles (saccharose, glucose, fructose), de l'amidon et des glucides totaux dans les branches à fruits (P-T), les troncs (K-O) et les racines (F-G) de Chasselas. Moyennes ± erreur standard de douze souches. Pully (CH), 1998–2002.

● Glucides totaux
■ Amidon
■ Glucides solubles

D = Débourrement
 F = Floraison
 V = Véraison
 R = Récolte

env. 0°C dans nos essais (résultats non présentés). Globalement, les réserves en glucides observées dans les différents organes de la vigne sont maximales à la chute des feuilles et minimales un peu avant la floraison.

Influence de la hauteur du feuillage

L'évolution saisonnière (année 2000) de la surface foliaire des souches est présentée à la figure 2. Les vignes maintenues à 0,75 m par rognages successifs ont développé une surface foliaire d'environ 2,5 m²/souche de la fin de la floraison jusqu'à la récolte. Dans la variante à 1,25 m de haut, la surface foliaire atteint environ 4,5 m²/souche de juillet à septembre. Chez les sarments d'un an et les branches à fruits (fig. 3 A–B), la teneur en glucides ne réagit pas à la hauteur du feuillage ou à la surface foliaire par souche. Dans les troncs et les racines (fig. 3 C–D), la concentration en glucides durant l'hiver (BBCH 0) et au stade débourrement (BBCH 11) des vignes maintenue à 0,75 m l'année précédente est inférieure à celle des vignes de 1,25 m. A la véraison (BBCH 81), par contre, la teneur en glucides des troncs et des racines est plus importante chez les vignes de 0,75 m. Toutefois, les analyses de glucides réalisées en 1998, 1999 et 2001 dans les différentes parties de la vigne ne montrent pas d'influence significative de la hauteur du feuillage sur la concentration en glucides solubles (fig. 4 A–D), en amidon (fig. 4 E–H) et en glucides totaux des racines (fig. 4 I–L), des troncs et des bois d'un an ou de deux ans (résultats non présentés).

Influence du rapport feuille-fruit

Le rapport feuille-fruit détermine largement la teneur en sucres des baies à la récolte durant les quatre années d'observation (fig. 5 A–D). Ces teneurs sont les plus élevées lorsque le rapport feuille-fruit dépasse 1,5 m² SFE/kg. La concentration en glucides des troncs et des racines quelques jours après la récolte (BBCH 91) est elle aussi fortement liée au rapport feuille-fruit

(fig. 5 E–L). La teneur en glucides totaux augmente avec l'accroissement du ratio «SFE/kg». Globalement, la teneur en glucides des troncs et des racines à la récolte culmine à 1,5 m² SFE/kg. Sur quatre ans d'étude, la teneur en glucides des racines pour un rapport feuille-fruit de 0,5 correspond à la moitié des valeurs maximales enregistrées à 1,5 m² SFE/kg (fig. 6 C). Comme l'amidon est la forme principale des glucides totaux

Figure 2 | Evolution saisonnière de la surface foliaire totale des souches de Chasselas durant la saison 2000 pour deux hauteurs de feuillage (0,75 et 1,25 m). Pully (CH).

● H = 0,75 m
● H = 1,25 m

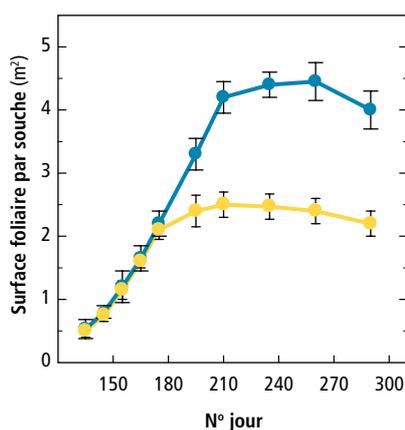


Figure 3 | Evolution saisonnière des glucides totaux dans les rameaux, les branches à fruits, le tronc et les racines en fonction de la hauteur de feuillage (0,75 et 1,25 m). *Différence significative au seuil de 5%. Chasselas, Pully (CH), 2000.

● H = 0,75 m
● H = 1,25 m

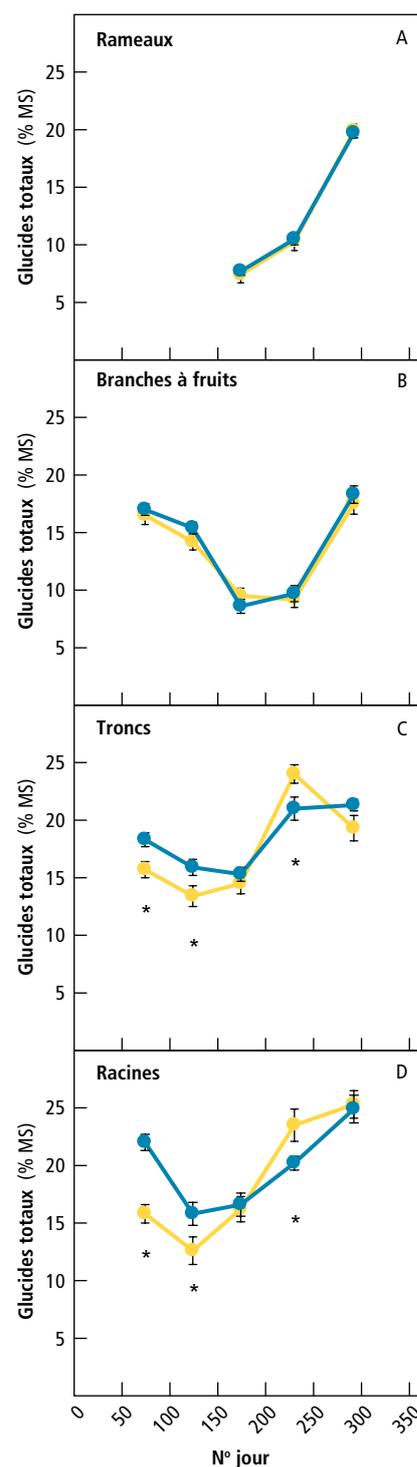


Figure 4 | Evolution saisonnière des glucides solubles (A–D), de l’amidon (E–H) et des glucides totaux (I–L) dans les racines en fonction de la hauteur du feuillage (0,75 et 1,25 m). * Différence significative au seuil de 5%. Chasselas, Pully (CH), 1998–2001.

● H = 0,75 m
● H = 1,25 m

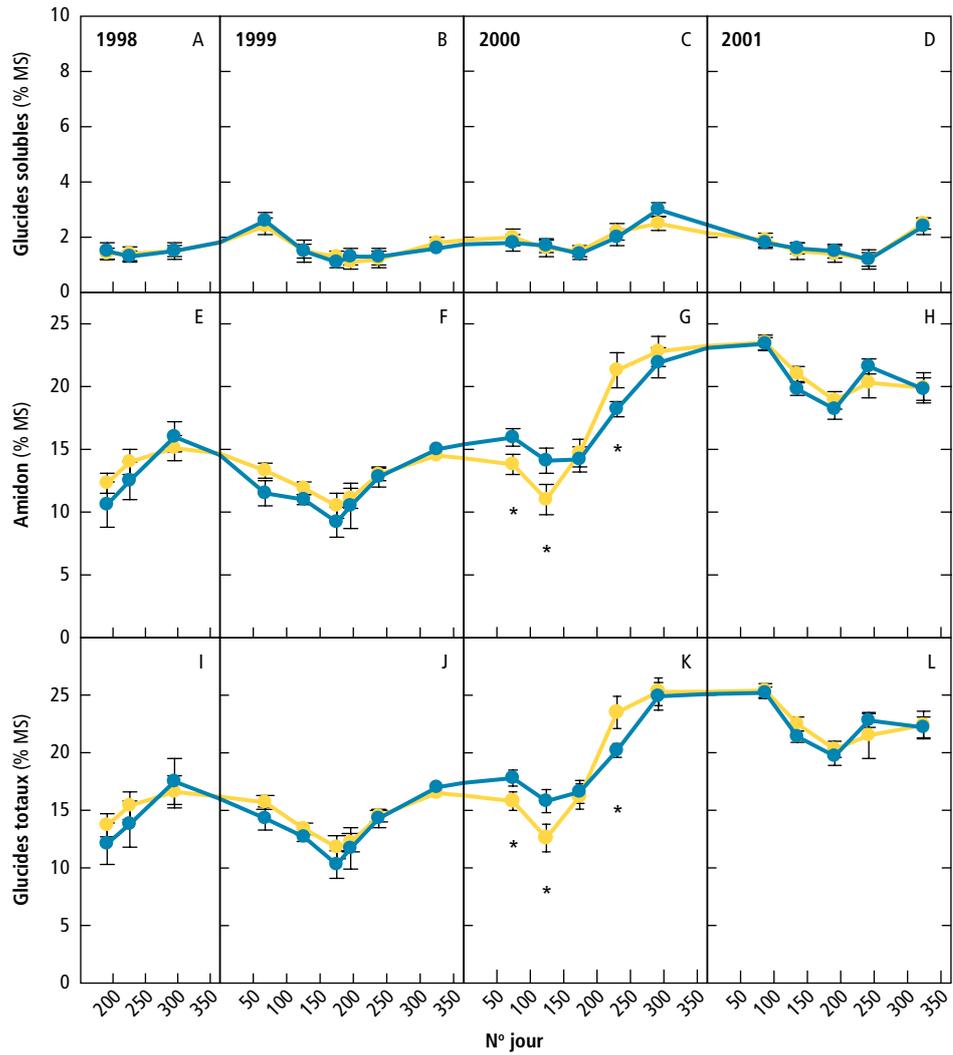
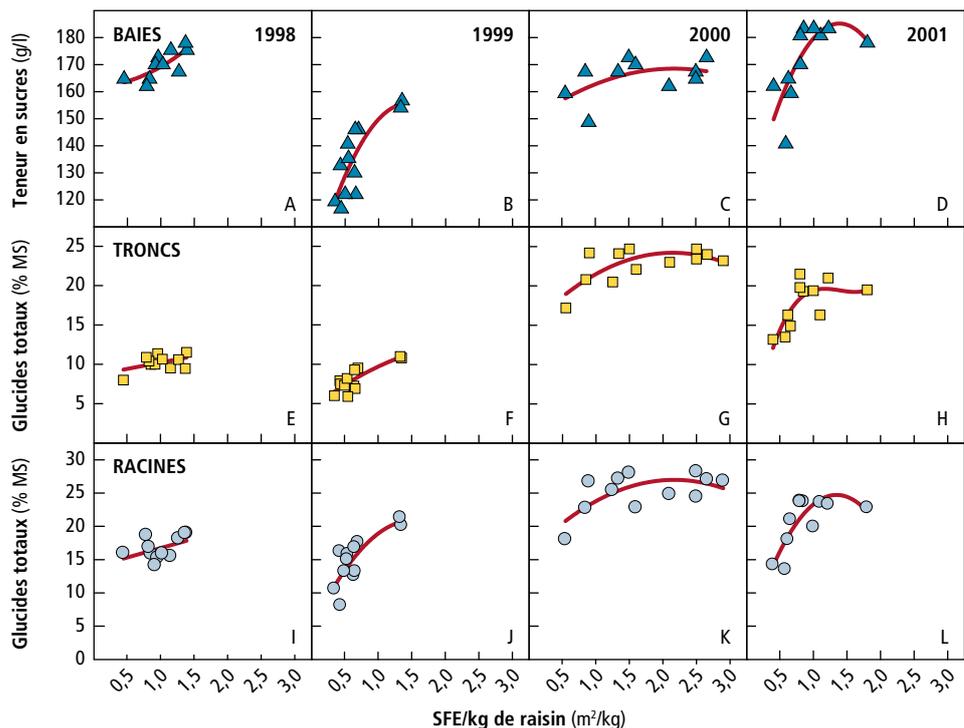


Figure 5 | Influence du rapport feuille-fruit (SFE/kg) sur l’accumulation des sucres dans les baies (A–D) et la teneur en glucides totaux dans les troncs (E–H) et les racines (I–L) à la vendange. Chasselas, Pully (CH), 1998–2001.



stockés, la relation entre le rapport feuille-fruit et la teneur en amidon des troncs et des racines a été identique à celle des glucides totaux (fig. 6B). En revanche, les glucides solubles ont peu varié en fonction du rapport feuille-fruit (fig. 6A).

Discussion

Le suivi saisonnier de la teneur en glucides a révélé que le Chasselas stocke principalement l'amidon dans ses racines, le tronc et le bois d'un et deux ans. Les glucides solubles ne représentent qu'une faible part (< 7 % MS) du carbone stocké dans les différentes parties de la vigne et surtout dans les racines (< 2 % MS), conformément aux observations de Koblet *et al.* (1993), Williams (1996), Zapata *et al.* (2004), Weyand et Schultz (2006) et Smith et Holzapfel (2009) sur d'autres cépages.

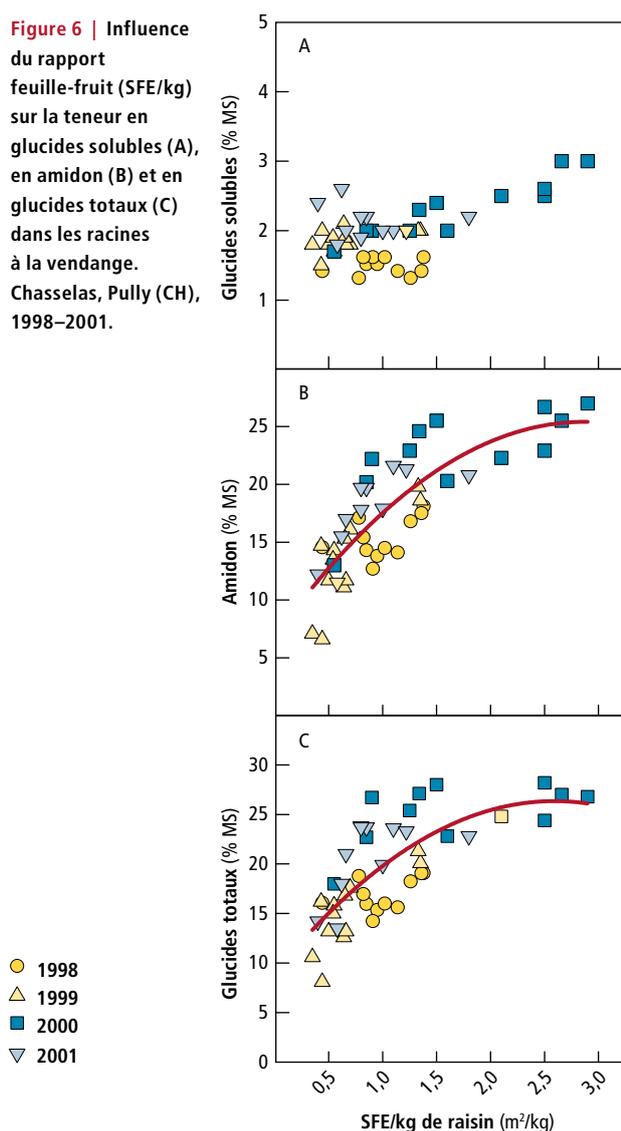
L'étude de la mobilisation de l'amidon des racines indique que leurs réserves carbonées sont déterminantes pour la croissance des tissus foliaires et racinaires du débourrement à la floraison (Korkas *et al.* 1994; Murisier 1996); durant cette phase, la croissance rapide des rameaux et des feuilles dépend essentiellement de la mobilisation des réserves carbonées et en particulier de l'amidon (Zapata *et al.* 2004), puisque la photosynthèse nette du feuillage ne couvre qu'une partie des besoins énergétiques en carbone. Dans les troncs et les tissus ligneux d'un et deux ans, l'amidon se convertit en glucides solubles pendant l'hiver, peut-être aptes à conférer une meilleure résistance au froid aux tissus ligneux (Wample et Bary 1992; Hamman *et al.* 1996).

La relation feuille-fruit influe fortement sur la teneur en amidon et en glucides du tronc et des racines à la récolte. Les glucides totaux des racines, par exemple, diminuent nettement lorsque ce rapport passe au-dessous de 1,5 m²/kg. Dans notre essai, la charge en raisins par souche est prépondérante pour ce paramètre, la surface foliaire par souche n'ayant qu'une faible influence sur le taux de glucides des racines à la récolte. Les travaux de Holzapfel *et al.* (2006) et de Smith et Holzapfel (2009) montrent également l'importance de la charge en fruits dans l'accumulation des glucides racinaires avant et après la récolte. Ces auteurs soulignent aussi que les vignes fortement chargées dépendent davantage des conditions climatiques post-récolte pour reconstituer leurs réserves glucidiques.

Murisier (1996) explique que la quantité de glucides (surtout l'amidon) stockés dans les parties pérennes de la vigne est corrélée au rapport feuille-fruit, mais également que le stockage de carbone influence la sensibilité de la vigne à la carence en fer (chlorose printanière): un stockage insuffisant dans les racines en cours de saison augmente fortement le risque de chlorose l'année suivante (Murisier et Aerny 1994). Ces réserves carbonées participent ainsi au développement de la surface foliaire au printemps, à la croissance racinaire, à la formation du rendement (taux de nouaison), aux besoins énergétiques (respiration), mais également à la défense et à la résistance de la vigne aux agressions biotiques (Jermini *et al.* 2010) et abiotiques.

Nos essais ont toutefois été conduits en l'absence de contrainte hydrique et dans un milieu très favorable à la croissance végétative. De manière générale, la restriction d'eau conditionne non seulement l'assimilation du carbone (photosynthèse), mais aussi le stockage et la mobilisation des glucides dans les différents organes puits d'une vigne (Candolfi-Vasconcelos *et al.* 1994). Ce paramètre devrait être étudié à l'avenir en fonction du rapport feuille-fruit.

Figure 6 | Influence du rapport feuille-fruit (SFE/kg) sur la teneur en glucides solubles (A), en amidon (B) et en glucides totaux (C) dans les racines à la vendange. Chasselas, Pully (CH), 1998–2001.



Conclusions

- La vigne met en réserve des glucides principalement sous forme d'amidon dans ses parties ligneuses (racines, bois).
- L'amidon racinaire et des troncs est fortement mobilisé du débourrement à la floraison, ce qui se traduit par une diminution des réserves en glucides dans ces organes.
- A partir de la floraison, l'amidon s'accumule dans les racines, les troncs et les bois d'un et deux ans jusqu'à la chute des feuilles.
- Le rapport feuille-fruit (surface foliaire exposée SFE/kg de raisin) détermine fortement la teneur en amidon et en glucides totaux des troncs et des racines à la récolte.
- Le taux d'amidon et de glucides totaux augmente avec l'accroissement du rapport feuille-fruit pour culminer autour de 1,5 m² SFE/kg. Les glucides solubles, eux, varient peu en fonction du rapport feuille-fruit.
- Un rapport feuille-fruit de 1 à 1,2 m² SFE/kg de raisin est optimal pour la maturation du raisin comme pour la pérennité des souches, grâce au stockage des glucides dans les racines et les bois de la vigne. ■

Remerciements

Les groupes de recherche en viticulture, œnologie et analyses des moûts et des vins d'Agroscope Changins-Wädenswil ACW ainsi que l'équipe du laboratoire de l'UMR Ecophysiologie et Génomique de la vigne de l'INRA de Bordeaux sont vivement remerciés pour leur assistance technique et analytique dans cette étude.

Bibliographie

- Bloesch B. & Viret O., 2008. Stades phénologiques repères de la vigne. *Rev. suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **40** (6), I–IV.
- Bergmeyer H.-V., 1984. Methods of enzymatic analysis, 3rd Edition. Vol. 6, Metabolites 1: Carbohydrates. Wiley-Publisher, 701 p.
- Candolfi-Vasconcelos M. C. & Koblet W., 1990. Yield, fruit quality, bud fertility and starch reserve of the wood as a function of leaf removal in *Vitis vinifera*. Evidence of compensation and stress recovering. *Vitis* **29**, 199–221.
- Candolfi-Vasconcelos M. C., Candolfi M. P. & Koblet W., 1994. Retranslocation of carbon reserves from the woody storage tissues into the fruit as a response to defoliation stress during the ripening period in *Vitis vinifera* L. *Planta* **192**, 567–573.
- Carboneau A., 1976. Principes et méthodes de mesure de la surface foliaire. Essai de caractérisation des types de feuilles dans le genre *Vitis*. *Ann. Amél. Plantes* **26** (2), 327–343.
- Carboneau A., 1995. La surface foliaire exposée potentielle. Guide pour sa mesure. *Progr. Agric. Vitic.* **112**, 204–212.
- Hamman R. A., Dami I. E., Walsh T. M. & Stushnoff C., 1996. Seasonal carbohydrate changes and cold hardiness of Chardonnay and Riesling grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.* **47**, 31–36.
- Holzapfel B. P., Smith J. P., Mandel R. M. & Keller M., 2006. Manipulating the postharvest period and its impact on vine productivity of Semillon grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.* **57**, 148–157.
- Jermini M., Blaise Ph. & Gessler C., 2010. Quantification of the influence of the downy mildew (*Plasmopora viticola*) epidemics on the compensatory capacities of *Vitis vinifera* cv. Merlot to limit the qualitative yield damage. *Vitis* **49** (4), 153–160.
- Keller M. & Koblet W., 1994. Is carbon starvation rather than excessive nitrogen supply the cause of inflorescence necrosis in *Vitis vinifera*? *Vitis* **33**, 81–86.
- Koblet W., Candolfi-Vasconcelos M. C., Aeschmann E. & Howel G. S., 1993. Influence of defoliation, rootstock and training system on Pinot Noir grapevines. I. Mobilization and reaccumulation of assimilates in woody tissue. *Vitic. Enol. Sci.* **48**, 104–108.
- Korkas E., Schaller K., Löhnertz O. & Lenz H., 1994. Die Dynamik, nicht-struktureller Kohlenhydrate in Reben (*Vitis vinifera* L. cv. Riesling) im Verlauf zweier Vegetationsperioden unter dem Einfluss einer langjährig variierten Stickstoffdüngung. Teil I: Vor und während der Austriebsphase. *Vitic. Enol. Sci.* **49**, 86–89.
- Murisier F., 1996. Optimisation du rapport feuille-fruit de la vigne pour favoriser la qualité du raisin et l'accumulation des glucides de réserve. Relation entre le rendement et la chlorose. PhD. Thesis, Ecole polytechnique fédérale de Zurich, Switzerland.
- Murisier F. & Aerny J., 1994. Influence du niveau de rendement de la vigne sur les réserves de la plante et sur la chlorose. Rôle du porte-greffe. *Rev. suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **26**, 281–287.
- Murisier F. & Zufferey V., 1997. Rapport feuille-fruit de la vigne et qualité du raisin. *Rev. suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **29** (6), 355–362.
- Smith J. P. & Holzapfel B. P., 2009. Cumulative responses of Semillon Grapevines to Late Season Perturbation of Carbohydrate Reserve Status. *Am. J. Enol. Vitic.* **60** (4), 461–470.



Summary**Carbohydrate reserves in grapevine (cv. Chasselas): influence of leaf-fruit ratio**

The storage of carbohydrates (sugars) in different parts of the grapevine (canes, trunk and roots) was studied from 1998 to 2002 on Chasselas cultivar by Agroscope Changins-Wädenswil ACW at the Pully experimental vineyard. The vine primarily stores its carbohydrates, mainly as starch, in roots and trunk. During the winter, starch is partially converted into soluble sugars (sucrose, glucose and fructose) in trunk and canes, to provide protection against dropping temperatures and risk of tissues frost. A significant mobilisation of starch was observed in roots and trunks from budbreak to flowering, resulting in their lower starch reserves. The starch level increased in roots and trunks from flowering stage until harvest and sometimes until leaf fall. The leaf-fruit ratio, expressed by the "light-exposed leaf area (SFE)/kg fruit", largely influenced starch and total carbohydrate contents in the roots and trunks at the harvest. In our experimental conditions, starch and total carbohydrates contents in the roots were at peak levels when the leaf-fruit ratio reached 1.5 m² of SFE/kg.

Key words: carbohydrate reserves, leaf-fruit ratio, grapevines.

Zusammenfassung**Kohlenhydratespeicher der Reben (cv. Chasselas): Einfluss des Blatt-Frucht-Verhältnisses**

Die Speicherung von Kohlenhydraten (Zucker) in den verschiedenen Rebenteilen (Fruchtruten, Stamm, Wurzeln) wurde von 1998 bis 2002 an der Rebsorte Chasselas auf dem Versuchsbetrieb Pully von Agroscope Changins-Wädenswil ACW untersucht. Die Rebe speichert ihre Kohlenhydrate hauptsächlich in Form von Stärke in den Wurzeln und im Stamm. Während des Winters wurde die Stärke im Stamm und in den Fruchtruten teilweise in löslichen Zucker (Saccharose, Glukose und Fruktose) umgewandelt, um Kälteeinbrüche und Frostschäden im Gewebe zu bekämpfen. Vom Knospenaufbruch bis zur Blüte wurde eine bedeutende Stärkemobilisierung in den Wurzeln und im Stamm festgestellt, was sich in einer Verringerung des Kohlenhydratespeichers in diesen Organen ausdrückte. Die Stärkekonzentration in den Wurzeln und im Stamm nahm von der Blütezeit bis zur Ernte und, in manchen Jahren, bis zum Laubfall zu. Das Blatt-Frucht-Verhältnis, das sich durch das Verhältnis zwischen der exponierten Blattfläche (SFE) und der Menge Trauben in Kilogramm bemisst, beeinflusste den Stärke- und Kohlenhydrategehalt der Wurzeln und der Stämme bei der Ernte massgeblich. Unter unseren Versuchsbedingungen erreichten die Stärke- und Kohlenhydratkonzentrationen Höchstwerte, als sich das Blatt-Frucht-Verhältnis 1,5 m² SFE/kg näherte.

Riassunto**Riserva in glucidi nella vite (cv. Chasselas): influenza del rapporto foglia-frutto**

Nel sito sperimentale di Agroscope Changins-Wädenswil ACW a Pully si è studiato dal 1998 al 2002 lo sviluppo di riserve di glucidi (zuccheri) nelle diverse parti della vite (rami fruttiferi, tronco e radici). La vite deposita i suoi glucidi principalmente sotto forma di amido nelle radici e nel tronco. Durante l'inverno, l'amido è convertito, in parte, in zuccheri solubili (saccarosio, glucosio e fruttosio) nel tronco e nei rami fruttiferi per lottare contro l'abbassamento delle temperature ed i rischi di gelo dei tessuti. Un'importante mobilizzazione dell'amido radicale e dei tronchi è stata osservata dal germogliamento alla fioritura, che si traduce per una diminuzione delle riserve in glucidi in questi organi. Il tasso di amido delle radici e dei tronchi è aumentato dalla fioritura fino al raccolto e, a volte, fino alla caduta delle foglie. Il rapporto foglia-frutto, espresso dalla relazione tra la superficie fogliare esposta (SFE) e i chilogrammi di uva, ha molto influenzato il tenore in amido e in carboidrati totali delle radici e dei tronchi alla vendemmia. Nelle condizioni della prova, le concentrazioni in amido e in carboidrati totali delle radici erano massimali quando il rapporto foglia-frutto si avvicinava a 1,5 m² di SFE/kg.

- Wample R. L. & Bary A., 1992. Harvest date as a factor in carbohydrate Storage and Cold Hardiness of cabernet Sauvignon Grapevines. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 117 (1), 32–36.
- Weyand K. M. & Schultz H. R., 2006. Long-term dynamics of nitrogen and carbohydrate reserves in woody parts of minimally and severely pruned Riesling vines in a cool climate. *Am. J. Enol. Vitic.* 57 (2), 172–182.

- Williams L. E., 1996. Grapes. In photoassimilate distribution in plants and crops source-sink relationships. E. Zamski and A.A. Achaffer (Eds.), Marcel Dekker, New York, 851–880.
- Zapata C., Deléens E., Chaillou S. & Magné C., 2004. Partitioning and mobilization of starch and N reserves in grapevine (*Vitis vinifera* L.). *Journal of Plant Physiology* 161, 1031–1040.

Tant qu'il ne saura pas voler,
vous pourrez compter sur la Rega.



Devenez donateur: www.rega.ch



60 ans. Grâce à votre soutien.

Sensibilité des grappes au mildiou: nouvelles données microscopiques et biochimiques

Katia GINDRO, Virginia ALONSO-VILLAVARDE, Francine VOINESCO, Jean-Laurent SPRING, Olivier VIRET et Pierre-Henri DUBUIS, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW

Renseignements: Katia Gindro, e-mail katia.gindro@acw.admin.ch, tél. +41 22 363 43 74, www.agroscope.ch



Coupe transversale de fleurs de vigne au stade BBCH 53. De gauche à droite: Chasselas, Merlot, 2091, Solaris (1: calyptré = capuchon; 2: ovaire; 3: pédicelle ou pédoncule).

Introduction

Parmi les quelque dix espèces de champignons considérés comme pathogènes pour la vigne (*Vitis vinifera*), trois d'entre elles sont responsables de dégâts majeurs au vignoble: la pourriture grise (*Botrytis cinerea*), le mildiou (*Plasmopara viticola*) et l'oïdium (*Erysiphe necator*). Presque tous les cépages cultivés dans le monde présentent une sensibilité plus ou moins grande à ces maladies et doivent être protégés par des applications régulières de fongicides. Des traits de résistance à ces trois champignons existent dans d'autres espèces du genre *Vitis* (Langcake 1980). La sélection de la vigne par hybridation est une des méthodes les plus prometteuses à la fois pour augmenter la diversité génétique, mais aussi pour sélectionner des caractères génétiques spécifiques, comme la résistance aux pathogènes (Pauquet *et al.* 2001; Donald *et al.* 2002). Le développement de méthodes fiables et rapides permettant de discriminer les plantules résistantes durant les processus de sélection est donc essentiel (Blasi 2010). Dans la famille des *Vitaceae*, plusieurs mécanismes de défense de la plante contre les infections fongiques ont été décrits.

L'un d'eux est la synthèse de phytoalexines stilbéniques, qui peut être induite par des stress biotiques (infections par les pathogènes) ou abiotiques, tels que les irradiations aux UV ou l'utilisation d'éliciteurs (Aziz *et al.* 2003). L'évaluation de la capacité de la vigne à produire des stilbènes est une méthode éprouvée, qui fournit une information fiable sur la résistance de la vigne contre *P. viticola*, *E. necator* et *B. cinerea* (Pezet *et al.* 2004; Gindro *et al.* 2006; Schnee *et al.* 2009). La δ -viniférine est un des principaux stilbènes à être synthétisés dans des feuilles de vigne stressées, tandis que le pterostilbène est celui qui présente la plus forte toxicité contre les trois champignons précités. Par contre, dans les cépages sensibles, le resvératrol est glycosylé en un stilbène non toxique, la picéide. Dans les feuilles des cépages résistants, les formes oxydées du resvératrol et le pterostilbène, produits en forte concentration aux sites des infections, peuvent être analysés par chromatographie liquide à haute performance (HPLC) (Pezet *et al.* 2004).

Pour le mildiou de la vigne, la plupart des recherches liées aux processus d'infection et aux mécanismes de défense de la vigne se sont focalisées sur les infections

foliaires (Peressoti *et al.* 2011). Malgré de très intéressantes découvertes liées à l'épidémiologie, à la stratégie de lutte et à la prévision des risques (Bleyer *et al.* 2008; Viret *et al.* 2010), il existe peu de connaissances sur la sensibilité des grappes au mildiou. Certains résultats montrent bien une modification de la résistance des grappes au mildiou, à l'oïdium ou à la pourriture en fonction du développement des organes de la plante au cours de la saison, phénomène appelé résistance ontogénique ou résistance liée à l'âge (Keller *et al.* 2003; Kennelly *et al.* 2005; Gee *et al.* 2008), mais les mécanismes impliqués dans ce phénomène sont très peu connus, en particulier les changements de sensibilité des grappes à *Plasmopara viticola*.

Le but du présent travail est d'évaluer le rôle de l'anatomie stomatique et des stilbènes dans la résistance des grappes au mildiou durant le développement saisonnier sur quatre génotypes appartenant au genre *Vitis*.

Matériel et méthodes

Matériel biologique et conditions de culture

Des plans greffés de deux cépages de *Vitis vinifera* L., le Chasselas et le Merlot, ainsi que le Solaris résistant [Merzling x (Saperavi severneyi x Muscat ottonel)] et le très résistant n° 2091 (Gamaret x Bronner), obtenu dans le cadre du programme de sélection d'Agroscope Changins-Wädenswil (ACW), ont été plantés à Changins dans une parcelle expérimentale avec une ligne de chaque cépage conduite en Guyot. Durant deux années consécutives, six grappes de chaque génotype ont été récoltées à trois stades de développement BBCH (Hack *et al.* 1992). BBCH 53: inflorescences clairement visibles; BBCH 69: fin de floraison, tous les capuchons tombés; stade BBCH 75: baies de la taille de petit pois, en prélevant la première grappe depuis la base du rameau (une grappe par plante). Le mildiou utilisé pour les inoculations a été multiplié sur feuilles de Chasselas et les sporanges ont été aspirés à la surface des feuilles infectées. Vingt millilitres d'une suspension aqueuse de sporanges (4×10^5 sporanges/ml) ont été sprayés sur chaque grappe détachée, puis mise à incuber en chambre humide. Les grappes de contrôle ont été traitées de la même manière, en remplaçant la suspension de sporanges par de l'eau distillée.

Résumé Des grappes de quatre cépages, dont deux *Vitis vinifera* sensibles au mildiou, le Chasselas et le Merlot, et deux interspécifiques résistants, le Solaris et le 2091 (Gamaret x Bronner), ont été inoculées artificiellement avec du mildiou à trois différents stades de développement (BBCH 53, 69 et 75). Le développement de *Plasmopara viticola* a été suivi au microscope électronique à balayage et la production de phytoalexines stilbéniques a été analysée. Au stade préfloral (BBCH 53), trois types de stomates fonctionnels ont été observés et les zoospores ont pu germer sur les quatre cépages étudiés. Par contre, sur le Solaris et le 2091, l'induction de mécanismes de défense avec une forte production de stilbènes toxiques a permis de bloquer l'infection. Aux deux stades suivants, les stomates ne sont plus fonctionnels et aucune germination de zoospore n'a eu lieu. Cette observation est confirmée par l'absence d'induction de stilbènes dans les cépages résistants. Les modifications structurelles des stomates au cours du développement des baies constituent la phase initiale de la résistance ontogénique.

Microscopie électronique

Les échantillons ont été fixés par les vapeurs de tétraxyde d'osmium (2 % OsO₄, 3 % K₂Cr₂O₇) durant quatre heures en chambre humide, déshydratés par des bains d'acétone à concentrations croissantes, séchés avec du CO₂ selon la technique du point critique (*Critical Point Dryer*, Baltech) puis métallisés au platine. Les échantillons ont été observés au microscope à balayage Jeol JSM-6300F à 5 KV.

Analyse des stilbènes

Chaque grappe, infectée ou non, a été pesée et placée dans un tube en verre contenant 25 ml de méthanol. Les tubes ont ensuite été agités à 60 °C durant dix minutes, refroidis cinq minutes sur de la glace, puis séchés sous vide dans un Rotavapor Büchi. Les extraits secs ainsi obtenus ont été resolubilisés dans 1 ml de méthanol et 30 microlitres ont été analysés par chromatographie (HPLC) selon la méthode de Pezet *et al.* (2003). Les résultats sont exprimés en $\mu\text{mol/mg}$ de poids frais (PF). >

Résultats et discussion

Différentes parties de grappes, infectées ou non, ont été observées au microscope électronique à balayage à trois différents stades phénologiques. Quel que soit le cépage, au stade BBCH 53 (inflorescences clairement visibles), des stomates fonctionnels sont présents sur les calyptres (capuchons), la rafle et les pédoncules des baies. Il existe trois types de morphologie sur la rafle et les pédoncules de chaque génotype de vigne observé: la majorité des stomates sont situés au niveau de la couche épidermique (fig.1A), tandis que d'autres sont

extrudés par rapport à celle-ci (fig.1B et 1C) ou invaginés dans l'épiderme (fig.1D). Sur les capuchons floraux, tous les stomates observés sont au même niveau que l'épiderme, quel que soit le cépage. Au stade BBCH 69 (fin de floraison, tous les capuchons tombés), la structure des stomates diffère sur les réceptacles, les pédicelles de baies et le rachis. Quelle que soit leur morphologie, ils sont entourés de nombreuses fissures (fig. 2A), de cellules de garde déstructurées (fig. 2B) et, dans certains cas, apparaît un collapse total des ouvertures stomatiques lié au développement de tissus épidermiques qui les recouvrent (fig.2C). Sur l'ovaire, un

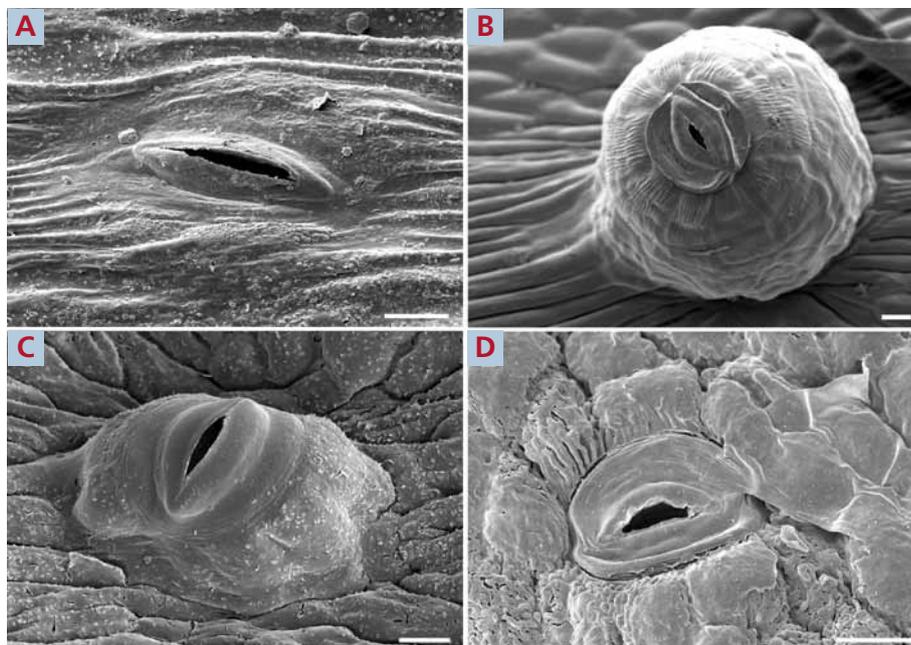


Figure 1 | Différents types de stomates présents sur le capuchon, les pédicelles de baies et le rachis de grappes des cépages Chasselas, Merlot, Solaris et 2091 au stade BBCH 53. A: stomate situé au même niveau que la couche de cellules épidermiques. B et C: stomates extrudés par rapport à la couche de cellules épidermiques. D: stomate invaginé dans l'épiderme. La barre d'échelle représente 10 micromètres.

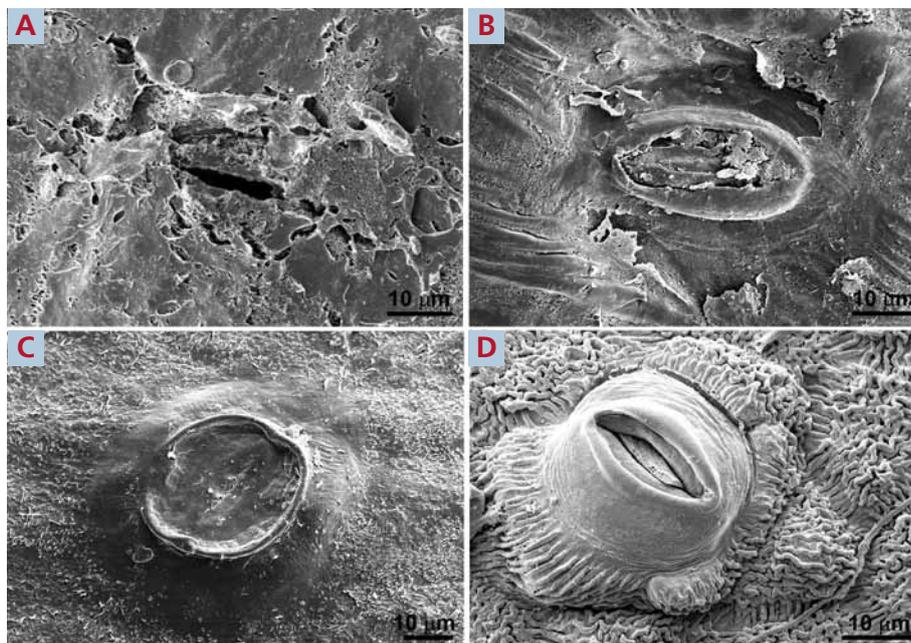


Figure 2 | Différents types de stomates présents sur le réceptacle, les pédicelles de baies et le rachis au stade BBCH 69. A: apparition de multiples fissures autour du stomate. B: stomates présentant des cellules de garde déstructurées. C: collapse total des ouvertures stomatiques dû au développement de tissus épidermiques les recouvrant. D: stomates bouchés par l'accumulation de matériel solide.

grand nombre de stomates semblent définitivement bouchés par l'accumulation d'un matériel solide à l'intérieur des ouvertures (fig.2D). Ces modifications structurales se maintiennent au stade BBCH 75, qui ne se différencie pas du précédent (BBCH 69). Les infections artificielles ont permis d'observer des zoospores enkystées sur tous les cépages testés au stade BBCH 53 (fig. 3A). Toutefois, l'émergence de sporangiophores à travers les stomates, cinq jours après l'infection et une abondante sporulation du mildiou (fig. 3B-3D), n'a été observée que sur les grappes de Chasselas et de Merlot. Sur les cépages résistants, le mildiou n'a pas émergé des stomates (fig.3E) et seules des micro-nécroses ponctuelles se sont formées cinq jours après infection (fig. 3F). Aucune infection et aucune sporulation n'ont pu être observées aux stades suivants sur les quatre cépages analysés.

Les stilbènes ont été quantifiés parallèlement aux observations microscopiques. Les résultats montrent que les grappes des cépages résistants réagissent rapidement à la présence de *P. viticola* en produisant une très forte concentration de stilbènes toxiques (Gindro *et al.* 2012). Par exemple, à un stade précoce de déve-

loppement des grappes (BBCH 53), un cépage très résistant comme le 2091 a accumulé plus de 150 $\mu\text{mol/mg}$ de δ -viniférine et plus de 40 $\mu\text{mol/mg}$ de pterostilbène aux sites de pénétration. Après infection, le cépage Solaris produit essentiellement de l' ϵ - et de la δ -viniférine, en concentrations légèrement plus faibles que le 2091, mais quasiment pas de pterostilbène qui est le stilbène le plus toxique pour le mildiou. Cela pourrait expliquer l'apparition au vignoble de sporulations tardives sur feuilles et grappes sur le Solaris en conditions de forte pression de mildiou. Chez les cépages sensibles, seules de fortes concentrations en picéide et en resvératrol, deux stilbènes pas ou peu toxiques pour le mildiou, sont induites. Les résultats montrent aussi que les infections ne sont possibles qu'à ce stade spécifiquement, car les stomates sont pleinement fonctionnels, quel que soit l'organe ou le génotype considéré. L'intégrité structurale des stomates est cruciale pour la réussite de l'enkystement et de la germination des zoospores de *P. viticola*. A la suite de la pénétration du tube germinatif, les mécanismes de défense naturelle, dont la synthèse des stilbènes, sont induits dans les cépages résistants. D'autres mécanismes biochimiques et moléculaires sont

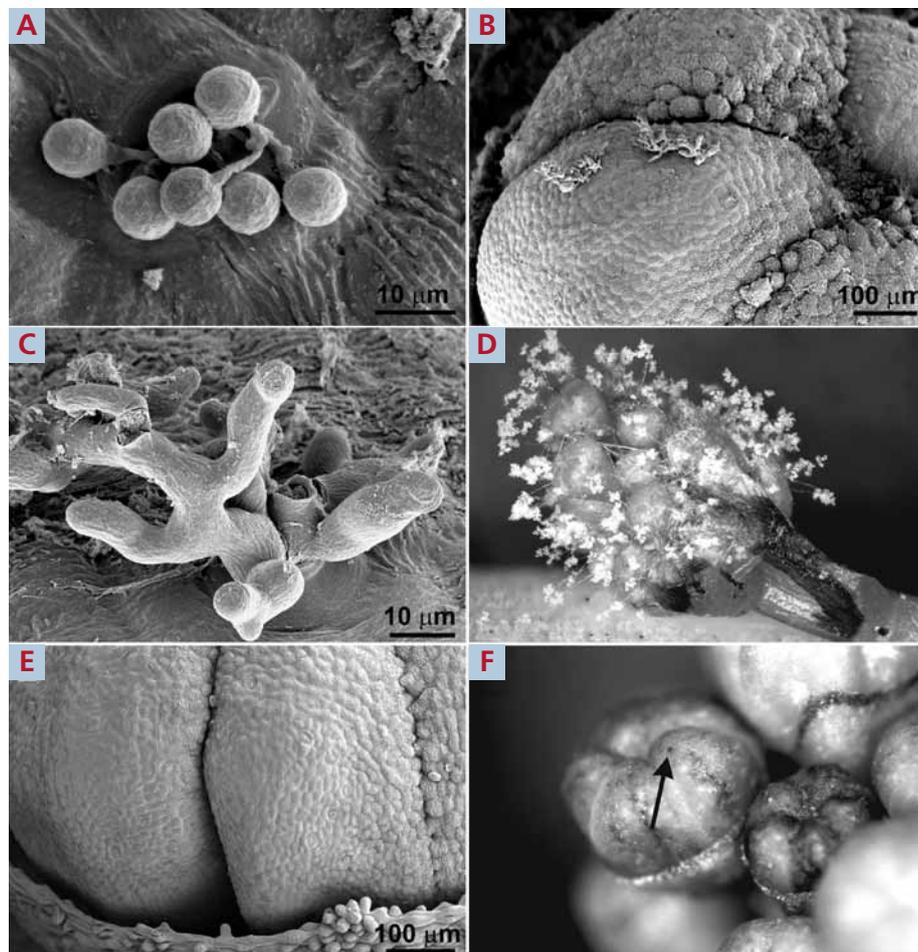


Figure 3 | Grappes de Chasselas, Merlot et 2091 infectées avec *Plasmopara viticola* au stade BBCH 53.

A: zoospores enkystées observées sur les quatre cépages.

B et C: émergence de sporangiophores au travers des ouvertures stomatiques sur Chasselas et Merlot quatre jours après inoculation.

D: fleurs de Chasselas présentant une abondante sporulation de mildiou quatre jours après inoculation.

E: calypstre du cépage 2091 sans émergence de sporangiophores quatre jours après inoculation du mildiou.

F: fleurs de 2091 avec formation de micro-nécroses (flèche) et absence de sporulation quatre jours après inoculation.

probablement impliqués dans la résistance de la vigne au mildiou. Cependant, dans ce travail, seule la quantification des stilbènes a été utilisée comme marqueur de la résistance de la vigne au mildiou.

Au cours du développement de la grappe, les stomates deviennent donc rapidement non fonctionnels, se transforment en structure de type lenticelle ou se bouchent. La conséquence est qu'aucune infection ne peut avoir lieu, ce qui stoppe l'induction des mécanismes. L'ensemble de ces résultats montre que l'infection directe des grappes par le mildiou ne peut se faire qu'à des stades très précoces de leur développement. L'origine de la résistance ontogénique des grappes n'a jamais été identifiée jusqu'à maintenant au niveau expérimental. Les résultats du présent travail montrent que les grappes sont sensibles à *P. viticola* du stade pré-floraison à la fin de la floraison. Durant cette période, les cépages manifestent différents niveaux de résistance, qui s'expliquent notamment par la production de stilbènes toxiques. Dès la fin de la floraison, ce sont les caractéristiques structurales qui semblent expliquer la résistance ontogénique au mildiou. Les symptômes tardifs de mildiou, tels que le rot brun, pourraient bien signifier que *P. viticola* se développe de manière systémique dans les tissus verts de la vigne à partir des vrilles, des feuilles ou des tiges, ainsi que le postulait déjà Gregory en 1915. Cette hypothèse est en cours d'expérimentation.

Remerciements

Nous tenons à remercier Eric Remolif pour toute l'aide apportée durant ces expérimentations ainsi que la Fondation Juana Da Vega (Espagne) pour le soutien financier du travail de post-doctorat du D^r Alonso-Villaverde.

Bibliographie

- Aziz A., Poinssot B., Daire X., Adrian M., Bezier A., Lambert B., Joubert J. M. & Pugin A., 2003. Laminarin elicits defense responses in grapevine and induces protection against *Botrytis cinerea* and *Plasmopara viticola*. *Molecular Plant-Microbe Interactions* **16**, 1118–1128.
- Baggiolini M., 1952. Les stades repères dans le développement annuel de la vigne et leur utilisation pratique. *Revue romande d'Agriculture et d'Arboriculture* **8**, 4–6.
- Blasi P., 2010. Analyse génétique comparée de la résistance à *Plasmopara viticola* chez les espèces apparentées à la vigne. Santé de la Vigne et Qualité du Vin (SVQV), INRA Colmar, vol. PhD, Université de Strasbourg, Strasbourg, 110.
- Bleyer G., Kassemeyer H. H., Krause R., Viret O. & Siegfried W., 2008. Forecasting model «VitiMeteo Plasmopara» for downy mildew, caused by *Plasmopara viticola*. *Gesunde Pflanzen* **60**, 91–100.
- Donald T. M., Pellerone F., Adam-Blondon A. F., Bouquet A., Thomas M. R. & Dry I. B., 2002. Identification of resistance gene analogs linked to a powdery mildew resistance locus in grapevine, *Theoretical and applied Genetics* **104**, 610–618.
- Gee C. T., Gadoury D. M. & Cadle-Davidson L., 2008. Ontogenic resistance to *Uncinula necator* varies by genotype and tissue type in a diverse collection of *Vitis* spp. *Plant Disease* **92**, 1067–1073.

Conclusions

- Au stade BBCH 53, l'enkystement et la germination des zoospores de mildiou se déroulent sur les grappes des quatre cépages étudiés, sensibles et résistants. Aux stades plus avancés, aucune germination n'est plus observée sur aucun cépage.
- Au stade BBCH 53, les cépages résistants produisent de fortes concentrations de stilbènes toxiques qui bloquent le développement du mildiou dans les grappes.
- Aux stades BBCH 69 et 75, aucune infection artificielle n'a été observée: l'infection des grappes ne serait donc possible qu'avant la floraison.
- Les stomates fonctionnels présents dans la grappe au stade BBCH 53 se transforment en lenticelles ou en structures non fonctionnelles dans les stades ultérieurs, empêchant ainsi toute pénétration du mildiou. Ces modifications structurelles expliquent l'apparition de la résistance ontogénique.
- Les infections plus tardives observées sur les grappes au vignoble, comme le rot brun, pourraient être la conséquence d'un développement systémique du mildiou dans les tissus verts de la plante. ■

- Gindro K., Alonso-Villaverde V., Voinesco F., Spring J.-L., Viret O. & Dubuis P.-H., 2012. Susceptibility to downy mildew in grape clusters. *Plant Physiology and Biochemistry* **52**, 140–146.
- Gindro K., Spring J.-L., Pezet R., Richter H. & Viret O., 2006. Histological and biochemical criteria for objective and early selection of grapevine cultivars resistant to *Plasmopara viticola*. *Vitis* **45**, 191–196.
- Gregory C. T., 1915. Studies on *Plasmopara viticola* (downy mildew of grapes). 1st International Congress of Viticulture, Geikie Press, San Francisco, California, 126–150.
- Hack H., Bleiholder H., Buhr L., Meier U., Schnock-Fricke U., Weber E. & Witzemberger A., 1992. Einheitliche Codierung der phänologischen Entwicklungsstadien mono- und dikotyler Pflanzen – Erweiterte BBCH-Skala, Allgemein. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* **44**, 265–270.
- Keller M., Viret O. & Cole F. M., 2003. *Botrytis cinerea* infection in grape flowers: Defense reaction, latency, and disease expression. *Phytopathology* **93**, 316–322.
- Kennelly M. M., Gadoury D. M., Wilcox W. F., Magarey P. A. & Seem R. C., 2005. Seasonal development of ontogenic resistance to downy mildew in grape berries and rachises. *Phytopathology* **95**, 1445–1452.
- Langcake P. & Lovell P. A., 1980. Light and electron microscopical studies of the infection of *Vitis* spp. by *Plasmopara viticola*, the downy mildew pathogen. *Vitis* **19**, 321–337.
- Pauquet J., Bouquet A., This P. & Adam-Blondon A. F., 2001. Establishment of a local map of AFLP markers around the powdery mildew resistance gene Run1 in grapevine and assessment of their usefulness for marker assisted selection. *Theoretical and applied Genetics* **103**, 1201–1210.

Summary

Susceptibility of grape clusters to downy mildew

Grape clusters of different genotypes, including *Vitis vinifera* cvs Chasselas and Merlot, and two interspecific grape varieties, Solaris and 2091 (Gamaret x Bronner) were inoculated with *Plasmopara viticola* at three developmental stages (BBCH 53, 69 and 75). Samples were examined by scanning electron microscopy and synthesis of stilbenic phytoalexins was measured. At BBCH 53, zoospores germination was observed on all tested cultivars and three types of functional stomata were set up. At this stage, resistant cultivars produced a significant accumulation of toxic stilbenes, which stopped the further development of downy mildew. At BBCH 69 and 75, stomata are no more functional and none of *P. viticola* infection was successful. This result is confirmed by the absence of stilbenes induction at these stages on resistant grapevine cultivars. The structural changes in stomata anatomy during cluster development induce the onset of ontogenic resistance.

Key words: downy mildew, cluster, grapevine, lenticels, ontogeny, resistance, stilbenes, stomata.

Zusammenfassung

Trauben Anfälligkeit auf Falschen Mehltau: neue mikroskopische und biochemische Erkenntnisse

Trauben von vier Rebsorten, Chasselas, Merlot und zwei resistenten Sorten Solaris und 2091 (Gamaret x Bronner), wurden an drei verschiedene Entwicklungsstadien (BBCH 53, 69 und 75) künstlich mit dem falschem Mehltau infiziert. Die Entwicklung von *Plasmopara viticola* wurde mit dem Rasterelektronenmikroskop verfolgt und die Phytoalexinproduktion analysiert. Vor der Blüte (BBCH 53) wurden drei Typen von funktionale Spaltöffnungen beobachtet und Zoosporen könnten auf alle vier Sorten keimen. Auf Solaris und 2091 wurden die Infektion durch Abwehrmechanismen besonders sehr hohe Phytoalexine Produktion gestoppt. In beiden späteren Entwicklungsstadien waren die Spaltöffnungen nicht mehr funktionell und keine gekeimte Zoosporen wurden beobachtet. Dieses Ergebnisse würde durch die fehlende Induktion von Stilbene in beide resistenten Sorten bestätigt. Die strukturellen Veränderungen in der Anatomie den Spaltöffnungen während der Traubenentwicklung stellen der Beginn der ontogenetische Resistenz dar.

Riassunto

Sensibilità dei grappoli alla peronospora: nuovi dati microscopici e biochimici

Dei grappoli di quattro vitigni, di cui due *Vitis vinifera* sensibili alla peronospora, il Chasselas ed il Merlot e due interspecifici resistenti, il Solaris ed il 2091 (Gamaret x Bronner), sono stati inoculati artificialmente colla peronospora a tre diversi stadi di sviluppo (BBCH 53, 69 e 75). Lo sviluppo di *Plasmopara viticola* è stato seguito mediante microscopia elettronica a scansione ed è stata analizzata la produzione di fitoalessine stilbeniche. Allo stadio prefiorale (BBCH 53), tre tipi di stomi funzionali sono stati osservati e le zoospore sono state in grado di germinare sull'insieme dei quattro vitigni studiati. Per contro, su Solaris e 2091, l'induzione di meccanismi di difesa come una forte produzione di stilbeni tossici, hanno permesso di bloccare l'infezione. Nei successivi due stadi, gli stomi non sono più funzionali e inoltre non è stata osservata alcuna germinazione di zoospore. Questa osservazione è confermata dall'assenza d'induzione di stilbeni nei vitigni resistenti. Le modifiche strutturali dei stomi nel corso dello sviluppo degli acini rappresenta l'iniziazione della resistenza ontogenica.

- Peressotti E., Duchene E., Merdinoglu D. & Mestre P., 2011. A semi-automatic non-destructive method to quantify grapevine downy mildew sporulation. *Journal of microbiological Methods* **84**, 265–271.
- Pezet R., Gindro K., Viret O. & Spring J.-L., 2004. Glycosylation and oxidative dimerization of resveratrol are respectively associated to sensitivity and resistance of grapevine cultivars to downy mildew. *Physiological and molecular Plant Pathology* **65**, 297–303.
- Pezet R., Perret C., Jean-Denis J. B., Tabacchi R., Gindro K. & Viret O., 2003. δ -viniferin, a resveratrol dehydrodimer: one of the major stilbenes synthesized by stressed grapevine leaves. *J. Agric. Food Chem.* **27**, 5488–5492.

- Schnee S., Spring J.-L., Viret O., Dubuis P.-H., Godard S. & Gindro K., 2009. Outils pour la sélection précoce de cépages résistants à l'oidium. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **41**, 87–93.
- Viret O., Dubuis P.-H., Bloesch B., Fabre A.-L. & Dupuis D., 2010. Dosage des fongicides adapté à la surface foliaire en viticulture: efficacité de la lutte. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **42**, 226–233.

The Power of One Eaton

La filtration
d'une même
source



Au fil des ans, Eaton a étendu son savoir-faire ainsi que sa gamme de produits et de prestations de service, non seulement par le biais de participations, mais aussi en acquérant les compétences spécialisées de quelques-unes des sociétés de la branche les plus réputées mondialement afin de développer une marque incontestablement capable de répondre à tous les types d'exigences de filtration. Nos compétences et nos ressources offrent des solutions fiables, efficaces et sûres pour répondre aux exigences de filtration très importantes de nos clients dans une grande diversité de marchés industriels et institutionnels. Vous trouverez d'autres informations sur www.Eaton.com/Filtration

C'est la puissance de One Eaton.

Z Zimmermann sa

PalisSystem
Fabrication suisse

www.zimmermannsa.ch

PIQUETS DE VIGNE

PIQUETS INTERMÉDIAIRES

- ZIGI R25
- ZIGI XL
- ZIGI 48/35
- ZIGI PRO
- OMEGA

**Galvanisés à chaud
100 microns**

PIQUETS DE TÊTE

- ZIGI R80
- ZIGI R60
- FER T

**Ecarteurs de fils
pour tous les piquets**

TOUT POUR LE PALISSAGE
Echalas-tuteurs, amarres, fils Crapo et Crapal, tendeurs, attaches et protections diverses pour les plantes

F. Zimmermann SA
1268 BEGNINS
1932-2012
Tél. 022 366 13 17 – Fax 022 366 32 53

AUER Invitation aux
Journées de visite 2012

Vendredis 31 août et 7 septembre 9h30 à 18h
Samedis 1^{er} et 8 septembre 9h à 16h

Tours en minibus: visite de nombreux cépages
Collection variétale et raisins de table
Dégustation de vins: clones de Pinot noir et grand choix de variétés
Collation dans la serre ombragée de vignes

Inscription:
Martin Auer Rebschulen • Pépinières Viticoles
Lisiloostrasse, 8215 Hallau / SH
E-mail: auer@rebschulen.ch
Tél. 052 681 26 27 Fax 052 681 45 63

serex

Construction Plastique

BAC A VENDANGES



- Grande résistance aux chocs
- Hygiène excellente
- Graduation par 50l.
- Nettoyage au jet suffisant
- Désempilage aisé, blocage impossible
- Lot d'accessoires modulables

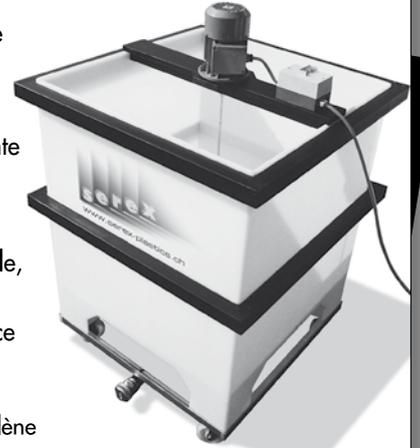
Matière: Polyéthylène blanc
Armature en inox

Volume: 680 litres
Poids: 38 kg
Fabrication suisse

Economique, pratique, écologique

BAC MÉLANGEUR

- Vidange centrale totale
- Recyclable
- Hygiène excellente
- Nettoyage au jet suffisant
- Brasseur amovible, arbre en inox
- Grande résistance aux chocs



Matière: Polyéthylène blanc
+ 4 roulettes
pp

Volume: 500 litres
Fabrication suisse
1 an de garantie

Multi-usages, résistant, compact**Appelez-nous!**

021 - 946 33 34
1070 PUIDOUX • Fax 021 946 33 86

www.serex-plastic.ch

Systèmes de nettoyage des fûts

Le nettoyeur de fûts FR 1 permet un nettoyage efficace et fiable de vos Barriques



Nettoyeur de fûts FR 1 K/D

MOOG
Cleaning Systems
swiss quality

Peter Moog und Cie AG
Neufeldstrasse 11
CH-3076 Worb
Tél. +41 (0) 31 838 19 19
Fax +41 (0) 31 838 19 13
info@moog.ch www.moog.ch



HAUSWIRTH
Maîtrise fédérale
BURSINS S.A.

Machines viticoles 021 824 11 29

Concessionnaire agréé **BUCHER**
vaslin



STHIK
LE RESPECT DE VOTRE VENDANGE

FISCHER

Cuverie inox
Tonnellerie Nadalié
Sécateurs Felco

Origine du dépérissement de la camomille romaine

Nadège PILLONEL, Serge FISCHER et Catherine BAROFFIO, Agroscope Changins-Wädenswil ACW

Renseignements: Catherine Baroffio, e-mail: catherine.baroffio@acw.admin.ch, tél. +41 27 345 35 11, www.agroscope.ch



Parcelle de camomille romaine sur La Côte dans le canton de Vaud. Le type botanique «Flore Pleno», au capitule entièrement composé de fleurs ligulées stériles, y est cultivé sur quelque 9 ha pour la production d'huile essentielle.

Introduction

Sous le terme de *camomille*, on désigne communément trois espèces de la famille des *Asteraceae*: la matricaire commune ou camomille vraie (*Matricaria recutita*), la grande camomille (*Tanacetum parthenium*), toutes deux indigènes, et la camomille romaine (*Chamaemelum nobile*). Cette dernière, originaire d'Europe occidentale et d'Afrique du Nord, est une herbacée pé-

renne formant des tapis végétatifs denses, grâce à de vigoureux rameaux stolonifères. Les tiges florales, de 30–40 cm de hauteur, se terminent en capitule unique. La floraison s'étale de juin à septembre, culminant en juillet-août. La camomille romaine est un hémicryptophyte: durant l'hiver, les parties aériennes disparaissent, sauf des bourgeons situés au niveau du sol. Le clone 'Flore Pleno', au capitule entièrement composé de fleurs ligulées blanches, est cultivé dans plusieurs

pays européens pour l'huile essentielle contenue dans ses inflorescences, principalement pour l'industrie médicale et cosmétique. Stérile, ce cultivar est exclusivement multiplié par repiquage d'éclats de stolons enracinés.

La camomille romaine est une culture de niche. La France, avec un peu plus de 100ha, en est le principal producteur européen (Biannic 1999; Krausz 2009). En Suisse, sa production se limite à la région de La Côte (VD), sur quelque neuf hectares exploités par l'entreprise *Distillerie de Bassins SA*. La densité de plantation est de 35000 à 40000 pieds par hectare et la culture dure en moyenne six ans. La récolte débute à la mi-juillet.

Depuis plusieurs années, en Suisse comme en France, les producteurs signalent des dépérissements plus ou moins accentués, affectant une part croissante des parcelles. Visuellement, le syndrome s'apparente à un stress hydrique: le feuillage jaunit, se dessèche et les plantes s'affaiblissent progressivement, parfois jusqu'à mourir. Les premiers symptômes apparaissent en mars, à la reprise de la végétation, et s'intensifient jusqu'en juin. Ils s'accompagnent de pertes quantitatives et qualitatives de récolte. Cet article résume les recherches conduites dans le cadre d'un travail de Master, ayant pour but d'identifier les facteurs susceptibles de déclencher ou d'amplifier le syndrome de dépérissement de la camomille romaine et de proposer des stratégies de lutte. Les études ont porté sur l'influence du stress hydrique, la composition et la nuisibilité de la flore adventice des parcelles et sur les principaux insectes phytophages associés à la camomille.

Matériel et méthodes

Les expérimentations et observations ont été menées en 2011 sur le domaine de Changins d'Agroscope ACW et sur trois parcelles situées à différentes altitudes dans la région de La Côte (tabl.1). Les procédures des trois volets de l'étude sont résumées dans le tableau 2.

Tableau 1 | Caractérisation des trois parcelles étudiées

Localisation des parcelles	Altitude (m)	Surface (ha)	Année de plantation
Luins secteur a	457	1	2006
Luins secteur b	457	1	2007
Luins secteur c	457	1	2009
Bassins	752	0,6	2006
Longirod secteur a	897	1	2007
Longirod secteur b	897	0,6	2008

Résumé La camomille romaine (*Chamaemelum nobile*) est une plante vivace cultivée dans la région de La Côte (VD, Suisse) pour la production d'huile essentielle. Depuis quelques années, un nombre croissant de parcelles montrent une médiocre reprise de la végétation au printemps, un affaiblissement progressif des plantes puis leur dépérissement. Une étude a été entreprise en 2011 pour identifier les origines possibles de ce syndrome, en se concentrant sur trois pistes: les effets du stress hydrique, l'influence des adventices et l'impact des insectes ravageurs. Les résultats semblent confirmer une origine plurielle du phénomène. Les tests montrent que la camomille romaine est relativement sensible au manque d'eau et les cultures, en général non irriguées, ont sans doute souffert des déficits hydriques récurrents des dernières années. Parmi les adventices, la matricaire commune (*Matricaria recutita*), particulièrement compétitive et difficile à combattre, a régulièrement augmenté au fil des ans. La luzerne lupuline (*Medicago lupulina*) colonise des zones disséminées, mais très denses, dont la camomille est rapidement exclue. Enfin, parmi les ravageurs, la chrysolème *Chrysolina marginata* attaque sévèrement le jeune feuillage en fin d'hiver et peut entraîner la mort des plantes. La mise en évidence de ces trois facteurs a permis de proposer des stratégies préventives et curatives assurant la viabilité économique de la production d'huile essentielle.

Influence de l'irrigation

Ce test a été conduit sur le site de Changins. Sur la parcelle de Luins, quatre-vingts carottes de sol de 9 cm de diamètre et d'env. 20 cm de profondeur sont prélevées au moyen d'une tarière dans une touffe bien dense de camomille. Les plants sont immédiatement empotés dans des conteneurs en plastique de 3 l en utilisant de la terre prélevée *in situ*. Après un arrosage copieux, les conteneurs sont répartis, à espacement de 30 cm, dans quatre enceintes situées en plein air à Changins. Une épaisse couche de copeaux de bois est déposée entre les pots afin de modérer les écarts de température

et d'humidité. Ce test d'irrigation, mené du 1^{er} avril au 31 juillet 2011, compare les effets de la pluviosité naturelle à ceux d'un arrosage complémentaire régulier. Chaque procédé compte quatre répétitions de dix plantes. La croissance des camomilles est estimée une fois par semaine en mesurant le diamètre moyen des plants. Le rendement est déterminé par le nombre de capitules et leur poids frais à la récolte. Ces données sont analysées à l'aide du logiciel XLSTAT. La production en huile essentielle est également mesurée, mais sans traitement statistique, le volume limité de distillat ne permettant pas de différencier chaque répétition.

Etude des adventices

Elle a été conduite uniquement dans les parcelles de Bassins et de Luins, où les adventices sont abondantes. Dix carrés permanents de un mètre de côté sont implantés au hasard dans les champs, à bonne distance des bordures. Une fois les adventices identifiées (à l'aide de Hanf et Skawron 1976; Bailly *et al.* 1983), une photographie hebdomadaire des carrés permet de suivre l'évolution du taux de recouvrement de chaque espèce (voir fig. 3).

Suivi entomologique

Plusieurs insectes phytophages associés à la camomille romaine pouvaient constituer un des facteurs primaires ou secondaires du phénomène de dépérissement. Le choix des espèces étudiées s'est inspiré d'observations préalables (Fischer 2010, non publié) sur le potentiel de nuisibilité de *Chrysolina marginata*, coléoptère s'attaquant aux feuilles, ou de coléoptères de la famille des *Mordellidae*, dont les larves forent des galeries dans les rameaux et les tiges des plantes. L'activité de la mouche

de la carotte (*Psila rosae*), dont les larves se nourrissent des racines (Fischer 1984), a également été suivie, tout comme celle de la mouche mineuse *Napomyza lateralis*, dont les asticots vivent dans les tiges d'un grand nombre de plantes-hôtes.

L'étude est menée par observation directe au champ et à l'aide de deux types de piège: des plaques jaunes engluées verticales de 20x20 cm (Rebell amarillo®) pour les espèces volantes et des pièges «Barber», récipients de 10 cm de diamètre contenant de l'alcool, placés au ras du sol, capturant des insectes «marcheurs». Cinq pièges de chaque type sont installés au sein des trois parcelles à fin mars 2011 et relevés une fois par semaine jusqu'à fin juillet. Simultanément, dix plantes de camomille et de matricaire (tiges et racines) sont prélevées et disséquées sous la loupe binoculaire pour repérer d'éventuels dégâts d'insectes.

Enfin, *C. marginata* a été mise en élevage à Changins pour préciser les caractéristiques biologiques de ce nouveau ravageur.

Résultats et discussion

Influence de l'irrigation

Au cours des quatre mois d'étude, les quantités d'eau cumulées atteignent 261,4 l/m² dans le procédé non irrigué, contre 847,3 l/m² dans le procédé avec arrosage complémentaire régulier (tabl. 3). La croissance végétative est meilleure dans ce dernier: juste avant récolte, les plants arrosés avaient un diamètre moyen significativement plus élevé et ont produit 2294 capitules contre 2252 en l'absence d'irrigation (différence non significative). Le poids frais total est respectivement de 14,1 et de 8,6 kg, pour les modalités irriguée et non

Tableau 2 | Modalités et méthodes des études présentées

Etudes	Méthodes	Procédures	Lieux
Irrigation	Deux procédés et quatre répétitions de dix plantes: 1) Pots irrigués 2) Pots non irrigués	Sur procédé irrigué: 0,65 l/plante/semaine en avril et mai 1,3 l/plante/semaine en juin et juillet	Changins
Adventice	Identification botanique et observation de la dynamique des adventices	Sur deux parcelles de production. Relevé hebdomadaire durant quinze semaines sur dix microparcelles de 1 m ²	Bassins et Luins
Entomologie	Pièges englués jaunes Rebell amarillo®: suivi des adultes de <i>Psila rosae</i> et des <i>Mordellidae</i>	Sur trois parcelles de production. Cinq pièges/parcelle	Bassins, Luins et Longirod
	Pièges Barber (<i>Pitfall Traps</i>)	Sur trois parcelles de production. Cinq pièges/parcelle	Bassins, Luins et Longirod
	Observation de symptômes et dégâts à la loupe binoculaire	Sur trois parcelles de production. Prélèvement hebdomadaire de dix plantes de camomille et de matricaire par parcelle	Bassins, Luins et Longirod
	Elevage de <i>Chrysolina marginata</i> en cellules climatisées	–	Changins

Tableau 3 | Résultats de l'essai d'irrigation: comparaison des volumes d'eau reçus, du nombre et du poids sec de capitules à la récolte, et du rendement en huile essentielle entre les procédés irrigué et non irrigué. Moyennes des quatre répétitions

Paramètres	Procédés	
	Irrigué	Non irrigué
Quantité d'eau reçue du 1.04 au 31.07.2011	847,3 l/m ²	261,4 l/m ²
Nombre de capitules	2294 (ns)	2252 (ns)
Poids frais de capitules récolté (kg)	14,1 (ns)	8,6 (ns)
Diamètre moyen atteint par les plants (cm)	25,1 (s)	20,7 (s)
Rendement en HE	12 ml	7,5 ml

ns = différence non significative;

s = différence significative entre les procédés, $P > 0,05$.

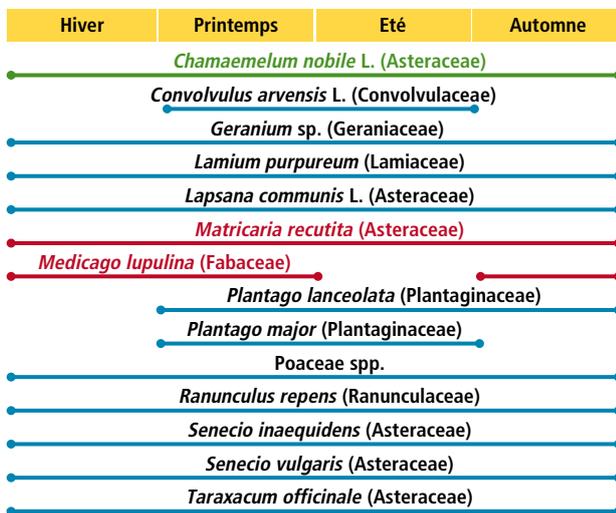


Figure 1 | Calendrier de présence des principales adventices déterminées sur dix microparcelles de 1 m².

En rouge: les deux plus nuisibles à la camomille romaine, *Matricaria recutita* et *Medicago lupulina*.

irriguée, un écart important mais également non significatif en raison de la grande variabilité individuelle entre les plantes. D'autre part, le rendement en huile essentielle est de 12 ml pour le procédé irrigué contre 7,5 ml pour le non irrigué. La maturation des inflorescences des plants sans arrosage est en avance de dix jours par rapport à celle des plantes irriguées.

En cas de stress hydrique, la camomille romaine montre ainsi une végétation affaiblie et tend à produire moins d'huile essentielle. Cela laisse supposer que l'accumulation de périodes de sécheresse des dernières années participe au syndrome de dépérissement. Dans le futur, l'irrigation des parcelles de camomille devrait donc être étudiée afin de pallier ces déficits récurrents de pluviosité.

Etude des adventices

Parmi les adventices répertoriées dans la figure 1, la matricaire commune (*Matricaria recutita*) et la luzerne lupuline (*Medicago lupulina*) sont les plus problématiques. *M. recutita* est une espèce annuelle volumineuse et très concurrentielle. Botaniquement proche de la camomille romaine, elle est très difficile à combattre et son infestation augmente au fil des ans dans les parcelles. *M. lupulina* est une vivace à croissance horizontale, formant au printemps de larges plages qui peuvent recouvrir localement la camomille romaine (fig. 2).

Le niveau d'infestation et le cortège floristique des adventices varient notablement selon le stock grainier des parcelles, dépendant lui-même des précédents culturaux et des opérations de désherbage. Le principe de rotation des cultures oblige l'entreprise productrice à louer des terrains externes. La camomille se cultivant sur plusieurs années, le stock grainier des nouvelles



Figure 2 | Les adventices *Matricaria recutita* (à gauche) et *Medicago lupulina* (à droite).

parcelles devrait être contrôlé soigneusement avant son installation, afin d'éviter les sols infestés notamment de matricaires et de luzernes lupulines.

Suivi entomologique

La mouche de la carotte *P. rosae* est essentiellement active dans les parcelles d'altitude de Bassins et Longirod, conformément à l'écologie de ce diptère adepte des climats frais (tabl.4). Le premier vol, de fin avril à début juin, présente des pics de captures d'une vingtaine d'individus par parcelle et par semaine, le second débutant vers mi-juillet. Toutefois, le nombre de galeries détectées dans les racines et le collet des plantes contrôlées est quasi nul. Il en va de même pour la mouche mineuse *N. lateralis*, dont le premier vol se déroule en mai-juin et le second débute fin

juillet. Le niveau de captures est particulièrement élevé dans la parcelle de Bassins, au sein d'un agrosystème très diversifié. Cette espèce pouvant se reproduire sur nombre d'Astéracées, ses attaques se répartissent probablement entre les adventices et les plantes rudérales des environs, la camomille n'étant qu'un hôte accessoire.

Les coléoptères de la famille des *Mordellidae*, à tendance thermophile, sont plus abondants dans la parcelle de basse altitude de Luins. Le vol se divise en deux périodes: de mi-avril à fin mai, avec un pic début mai, et un vol moins intense de mi-juin à début août. Il ne s'agit pas là de générations successives, mais plus probablement d'au moins deux espèces, qui n'ont pas été différenciées. Les larves (fig.4) et leurs galeries sont parfois observées dans les tiges de camomille romaine,

Tableau 4 | Résultats des piégeages entomologiques dans les trois parcelles (nombre d'individus/semaine sur cinq pièges)

Parcelles	<i>Chrysolina marginata</i> (L: larves A: adultes)			Famille <i>Mordellidae</i> (adultes non déterminés)			<i>Psila rosae</i> (adultes)			<i>Napomyza lateralis</i> (adultes)		
	Luins	Bassins	Longirod	Luins	Bassins	Longirod	Luins	Bassins	Longirod	Luins	Bassins	Longirod
30 mars	Pose: cinq pièges Barber/parcelle			Pose: cinq pièges englués Rebell amarillo/parcelle								
8 avril		5L	5L									
12 avril			5L									
19 avril				1			2	2				
27 avril	1L			6	1	3	2	1	3			
3 mai	1L			10	1	1	1	19	17			
10 mai	2L		3A	17	3	2	1	8	12		38	11
17 mai		1A	4A	7	4	1		12	12	2	19	8
24 mai			1A	7	1			7	5	3	43	5
30 mai			1A	1				2	3		6	2
7 juin					1	2				2	3	1
14 juin				2				1		4	3	
20 juin				6	2				2	10		
28 juin				8	4	1	3		1			
5 juillet				1	2	1	1		3	5	5	7
12 juillet				6	3			1	1	2		
19 juillet												
26 juillet				4		1	2	11	4		33	11
TOTAL	4L	5L 1A	10L 9A	76	22	12	13	64	64	26	150	45

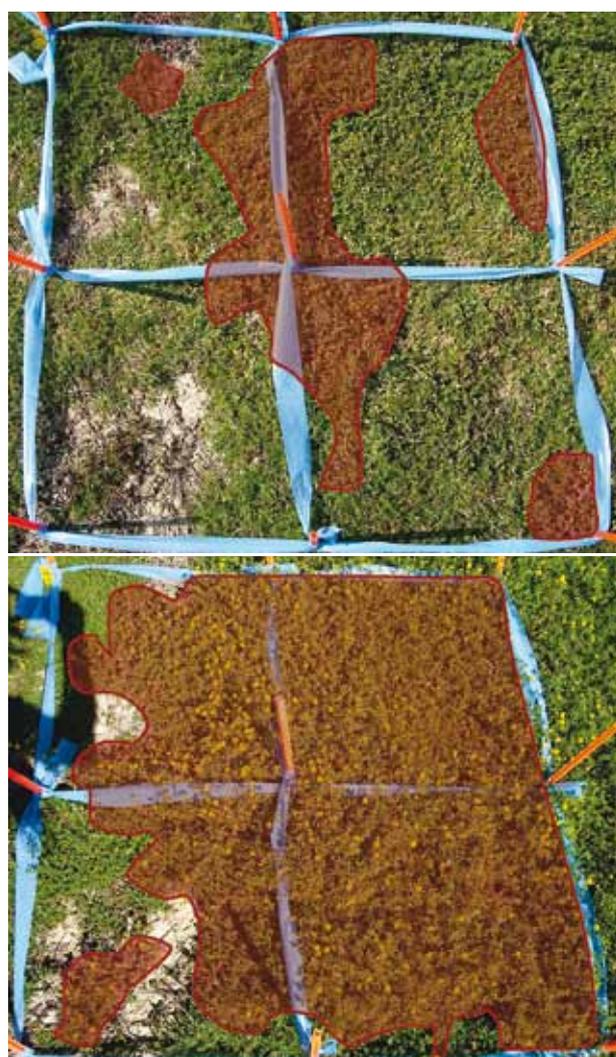


Figure 3 | Estimation du développement de l'adventice *Medicago lupulina* par photographies successives, du 21 avril (en haut) au 17 mai 2011 (en bas).

mais surtout dans la matricaire commune (*M. recutita*). Cette adventice fait donc office de réservoir pour ces Mordellidés, mais aussi de plante-piège très concurrentielle, détournant leurs attaques de la culture. L'innocuité de ces insectes ne peut toutefois être affirmée après une seule année d'observation.

Pour la camomille romaine, *Chrysolina marginata* est le plus dangereux des ravageurs observés. L'adulte (fig. 5), de 5–7 mm, arbore des élytres bronzés, bordées d'un large liséré rouge-orangé. Cette espèce indigène, considérée comme peu abondante, vit surtout aux dépens d'Astéracées sauvages des genres *Matricaria*, *Anthemis* et *Achillea*. Sur camomille romaine, nous l'avons identifiée lors d'une première attaque massive en 2009, mais elle n'est citée dans aucune autre région européenne de production. La culture, extrêmement



Figure 4 | Larve de coléoptère *Mordellidae*.



Figure 5 | Adulte de *Chrysolina marginata*.

favorable à cet insecte, est sans aucun doute à l'origine de l'explosion de ses populations sur La Côte: en présence de camomille romaine, en effet, *C. marginata* n'attaque jamais les matricaires, ses principales plantes-hôtes naturelles. *C. marginata* ne se déplace que lorsque sa source de nourriture est épuisée. Le piégeage reflète ainsi assez mal son activité et l'importance de ses populations. Des observations directes, en plein champ et en élevage, ont toutefois permis de caractériser sa nuisibilité et sa biologie. L'insecte accomplit une seule génération annuelle. Ses œufs allongés – quelques dizaines par femelle – sont déposés en septembre-octobre sur les feuilles basales des camomilles, où ils hivernent. La diapause n'est rompue qu'après une exposition prolongée des œufs au froid. En conditions naturelles, l'éclosion débute fin février-début mars, coïncidant avec le débourrage des bourgeons de la camomille. Les larves (fig. 6), de couleur olivâtre, s'attaquent aux jeunes feuilles des rosettes. Discrètes, elles s'activent surtout la nuit, se cachant en pleine journée dans les anfractuosités du sol ou les souches de camomille. Elles grandissent rapidement, s'attaquant aux feuilles dès leur apparition. En mai, elles s'enfoncent dans le sol où elles se pupifient dans une logette. Les adultes émergent après une quinzaine de jours, dévorent le feuillage jusque vers mi-juin pour s'enterrer ensuite dans la couche superficielle du sol et y demeurer inactifs, en diapause estivale. La rupture de cette dernière est régie par la diminution de la photopériode; début septembre, les imagos reprennent leur activité et se reproduisent, bouclant ainsi le cycle annuel. Lorsque aucune lutte n'est entreprise en cas de pullulation, *C. marginata* peut gravement affecter une culture sur de grandes surfaces



Figure 6 | Larve de *Chrysolina marginata*.

(fig. 7). Sur de jeunes plantations, ou en cas d'attaques répétées, les plantes affaiblies meurent. Cet insecte est désormais bien géré par l'entreprise de production: en fin d'hiver, la présence des jeunes larves est soigneusement contrôlée et, si nécessaire, une ou deux applications d'insecticides pyréthroïdes permettent d'éviter les pertes économiques.



Figure 7 | Dégâts de *Chrysolina marginata*. En haut, destruction totale des plantes dans une zone non traitée. En bas, détail d'une surface traitée avec un pyréthroïde.

Conclusions

- Dans la région de La Côte (VD), un syndrome de dépérissement, probablement dû à plusieurs paramètres, influence le rendement et la qualité d'huile essentielle extraite de la camomille romaine.
- La chrysolème *Chrysolina marginata*, signalée pour la première fois sur cette culture, en constitue clairement une des causes primaires. Larves et adultes entraînent un affaiblissement des plantes attaquées. Détecté à temps en février-mars, ce ravageur est toutefois aisé à combattre au moyen de pyréthroïdes ou d'autres substances agissant par ingestion ou contact.
- L'impact des larves foreuses de coléoptères Mordellidés a été minime lors de cette étude, mais leur potentiel de nuisibilité reste à préciser.
- Les adventices, surtout la matricaire commune et la luzerne lupuline, ont un effet concurrentiel marqué sur la camomille. La lutte directe contre ces végétaux est très difficile et leur taux de recouvrement augmente ainsi au fil des ans.
- Lors du test d'irrigation, la camomille romaine s'est montrée sensible au stress hydrique. Les nombreuses périodes sèches de ces dernières années ont pu cumuler un effet dépressif et contribuer au syndrome de dépérissement. L'évolution climatique actuelle pourrait donc justifier une irrigation des cultures de camomille. ■

Remerciements

Les auteurs remercient les producteurs Jean-Marc Genevay et Frédéric Guénin, de la Distillerie de Bassins SA, pour la mise à disposition de leurs parcelles et leur aimable collaboration.

Bibliographie

- Bailly R., Mamarot J., Psarski P. & Montégut J., 1983. Mauvaises herbes des grandes cultures. ACTA, Paris, 70 p.
- Biannic L., 1999. Plantes médicinales, aromatiques et à parfum: Le Maine-et-Loire: pays de la camomille. Agreste, la statistique agricole, n° 19.
- Fischer S., 1984. Dégâts sur racines et ravageurs de la carotte: attention aux confusions! *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **16** (1), 31–33.
- Hanf M. & Skawron L., 1976. Les adventices et leurs plantules. La Maison rustique, Paris, 347 p.
- Krausz M., 2009. Inventaire des superficies françaises en plantes aromatiques et médicinales, résultats 2008. CPPARM, 12 p.

Summary**Causes for the decline of roman chamomile**

Roman chamomile (*Chamaemelum nobile*) is a perennial plant cultivated in the La Côte area (Vaud, Switzerland), for essential oil production. Since a few years, more and more fields show a mediocre vegetation re-start at Springtime, inducing plants' progressive weakening and decline. In addition to the yield loss, essential oil quality decreases. A study was conducted in 2011 to identify the possible causes of this syndrome, focusing on three aspects: water stress, weeds influence and pest insects impact. Several causes seem to generate the phenomenon. Comparative tests in containers showed a relatively high sensitivity of roman chamomile to lack of water. Cultures are mostly not irrigated and certainly suffered from recurrent water shortfall during the past years. German chamomile (*Matricaria recutita*) is a concerning weed: very competitive and difficult to control, it becomes more and more present. Black medic (*Medicago lupulina*) forms scattered but very dense colonization zones, quickly excluding Roman chamomile. Among pests, the chrysomelid (*Chrysolina marginata*) severely contributes to plants' decline by attacking the new emerged leaves at the end of the winter. The detection of these factors allows the setting of preventive and curative strategies to ensure economic viability of chamomile essential oil production.

Key words: medicinal plants, chamomile, irrigation, weeds, *Mordellidae*, *Chrysolina marginata*.

Zusammenfassung**Ursachen des Römischen Kamillen Absterbens**

Die Römische Kamille (*Chamaemelum nobile*) ist eine mehrjährige Pflanze, die in der Region La Côte (Kanton Waadt, Schweiz) zur Produktion von ätherischem Öl angebaut wird. Seit einigen Jahren leiden immer mehr Parzellen an schlechtem Austreiben im Frühling. Dies führt zu einer zunehmenden Schwächung der Pflanzen und sogar zu deren Absterben. Zusätzlich zum Ertragsverlust ist der Gehalt an ätherischen Öl geringer. Eine 2011 durchgeführte Studie hatte zum Ziel, die möglichen Ursachen dieses Syndroms zu identifizieren. Diese Forschungsarbeit untersuchte drei Einflussfaktoren: Wasserstress, Unkräuter und Schädlingen. Die Resultate scheinen mehrere Ursachen für das Phänomen zu bestätigen. Vergleichstests zeigten eine relativ grosse Empfindlichkeit der Römischen Kamille auf Wassermangel. Gewöhnlich werden diese Kulturen nicht bewässert und haben sicher unter dem vermehrten Wasserdefizit der letzten Jahre gelitten. Bei den Unkräutern hat die Dichte der Echten Kamille (*Matricaria recutita*) in den vergangenen Jahre in den untersuchten Parzellen geradezu explodiert. Daneben besetzt der Hopfenklee (*Medicago lupulina*), sehr dichten und grösseren Flächen, aus denen die Römische Kamille rasch verdrängt wird. Schliesslich bleibt noch der wichtigste Schädling, der Blattkäfer *Chrysolina marginata*. Dessen starker Frass von jungen Blättern Ende des Winters kann Pflanzen Absterben lassen. Die Identifizierung dieser Faktoren sollte helfen, präventive und kurative Strategien zu entwickeln, damit die Produktion von ätherischem Kamillenöl wirtschaftlich überleben kann.

Riassunto**Cause del deperimento della camomilla romana**

La camomilla romana (*Chamaemelum nobile*) è una pianta vivace coltivata nella regione La Côte (VD, Svizzera) per la produzione dell'olio essenziale. Da alcuni anni in primavera, un crescente numero di parcelle soffre di una mediocre ripresa vegetativa che causa un progressivo indebolimento delle piante poi il loro deperimento. Alle perdite di resa che ne derivano, si aggiunge una diminuzione della qualità dell'olio essenziale estratto. Nel 2011 è stato intrapreso uno studio per identificare le possibili origini di questa sindrome. Queste ricerche si sono concentrate su tre piste: gli effetti dello stress idrico, l'influenza delle malerbe e l'impatto degli insetti parassiti. I risultati sembrano confermare un'origine pluricausale del fenomeno. I test hanno mostrato una sensibilità relativamente importante alla mancanza d'acqua della camomilla romana. Di conseguenza, le sue colture, generalmente non irrigate, hanno sicuramente sofferto degli stress idrici ricorrenti degli ultimi anni. Tra le malerbe presenti nelle parcelle studiate, la densità della camomilla comune (*Matricaria recutita*), particolarmente competitiva e difficile da combattere, si è regolarmente elevata nel corso degli anni. La medica lupolina (*Medicago lupulina*) forma rapidamente delle zone disseminate, ma molto dense, dalle quali la camomilla è rapidamente esclusa. Infine, il più importante parassito è la crisomele (*Chrysolina marginata*) che, attaccando fortemente il fogliame giovane a fine inverno, può causare la morte delle piante. L'evidenziazione di questi fattori dovrebbe contribuire allo sviluppo di strategie preventive e curative garantendo la sopravvivenza economica della produzione di olio essenziale.

Echelle combi Hailo 2 x 9 + 1 x 8 Vario échelons

Haut. de travail max.: 6,70 m
Testée GS.

35991

199.-



Landi

appréciez la différence

Tonneau pour boissons

Plastique de haute qualité
pour denrées alimentaires.
Solide avec couvercle
bloquant à visser.

Sans robinet.
60 l.

74409

119.-



Sécateur à vendanges

Pour usage universel
jusqu'à 10 mm Ø.

12435



4.90

Sécateur à vendange «OKAY Profi»

Sécateur ergonomique
et universel pour
taille et récolte.

Jusqu'à
12 mm Ø.

12265



GARANTIE 5 ANS

7.90

Réfractomètre ERMA ATC Automat

Pour une analyse
du teneur de sucre
simple et rapide,
dans solution,
vigne, fruits et jus,
etc.

0-32% Brix,
30-140 oechsle.

18364

69.-



Fût à fruits

En plastique, bleu.

74365

220 l

79.-



Caisse à vendange

Dim: 50 x 34 x 25 cm,
poids: 1,5 kg,
contenance: 37 l.

18354 jaune

18355 orange

chaque

9.90

*Impression
sur demande
possible*



Sous réserve de changements de prix ou d'articles LS - 34/35.2012

Obtentions
Valentin **BLATTNER**

Pépinière
Philippe **BORIOLI**

INVITATION

Portes ouvertes 2012

"Découvrez de nouveaux cépages
qui vous facilitent la vigne"

Visites de cultures, dégustations.

Vendredi 14, samedi 15 septembre.
Inscription (requis) et programme:
www.multivitis.ch

Pépinière Borioli
CH-2022 Bevaix
tél: 032 846 40 10
fax: 032 846 40 11
info@multivitis.ch




VITICULTEURS! HORTICULTEURS! ARBORICULTEURS!

Pour vos cires et paraffines, ainsi que
votre matériel viticole (**nombreuses nou-
veautés:** filets latéraux, élastiques,
piquets, ficelles de palissage, tuteurs,
etc.).

Ne passez pas commande avant de
demander une offre à:

Jean-François Kilchherr

Grand-Rue 8
1297 Founex

Tél. 022 776 21 86
Fax 022 776 86 21
Natel 079 353 70 52

Tracteur Loeffel Viti Star avec rogneuse Ero



Constructeur de machines viticoles
Vente, entretien, location de matériel viticole
Service personnalisé
Usinage CNC, blocks forés



www.loeffel-fils.com
contact@loeffel-fils.com
Chemin des Conrardes 13 CH - 2017 Boudry

Tél. +41 (0)32 842 12 78
Fax. +41 (0)32 842 55 07

DEPUIS 120 ANS À VOTRE SERVICE



POMPES, GESTION DES TEMPÉRATURES, RACCORDS ET ACCESSOIRES INOX



Dupenloup SA
 9, chemin des Carpières
 1219 Le Lignon - GE
 Tél. 022 796 77 66
contact@dupenloup.ch

MAISON FONDÉE EN 1888
DUPENLOUP SA
 FABRIQUE DE POMPES
 MATÉRIEL POUR L'INDUSTRIE

Afin de mieux vous servir :
Partenariat commercial et technique
entre Dupenloup SA et Oeno-Pôle Sàrl

TEMPÉRATURE sous gestion

Vinification, fermentation
Grâce au régulateur de température AGT-E5CK

Appareil complet avec affichage température et valeur de programmation. – Economie d'eau. Livré avec vanne 1/2" Version pour 1, 2 ou 3 cuves.



AgriTechno

Case postale 24 – CH-1066 Epalinges
 Tél. 021 784 19 60
 Fax 021 784 36 35
www.agritechno.ch



PÉPINIÈRES VITICOLES

PAUL-MAURICE BURRIN
 ROUTE DE BESSONI 2
1955 SAINT-PIERRE-DE-CLAGES
 TÉL. 027 306 15 81
 NATEL 079 220 77 13
www.burrin-pepinieres.ch
burrin@burrin-pepinieres.ch



Sélection Valais



RÉCEPTION, PRESSURAGE, FLOTTATION, VINIFICATION, CONDITIONNEMENT



Oeno-Pôle Sàrl
 CP 57, 1183 Bursins
 Tél. 078 716 40 00
 Mail: info@oeno-pole.ch

OENO PÔLE
 Au service de la qualité

Et bien plus sur: **WWW.OENO-POLE.CH**

Effets de six insecticides sur *Neoseiulus fallacis*, un acarien prédateur des vignobles au Canada

Emilien LAMOTTE et Dominique FLEURY, Ecole d'ingénieurs de Changins EIC

Renseignements: Dominique Fleury, e-mail: dominique.fleury@eichangins.ch, tél. +41 22 363 40 43, www.eichangins.ch

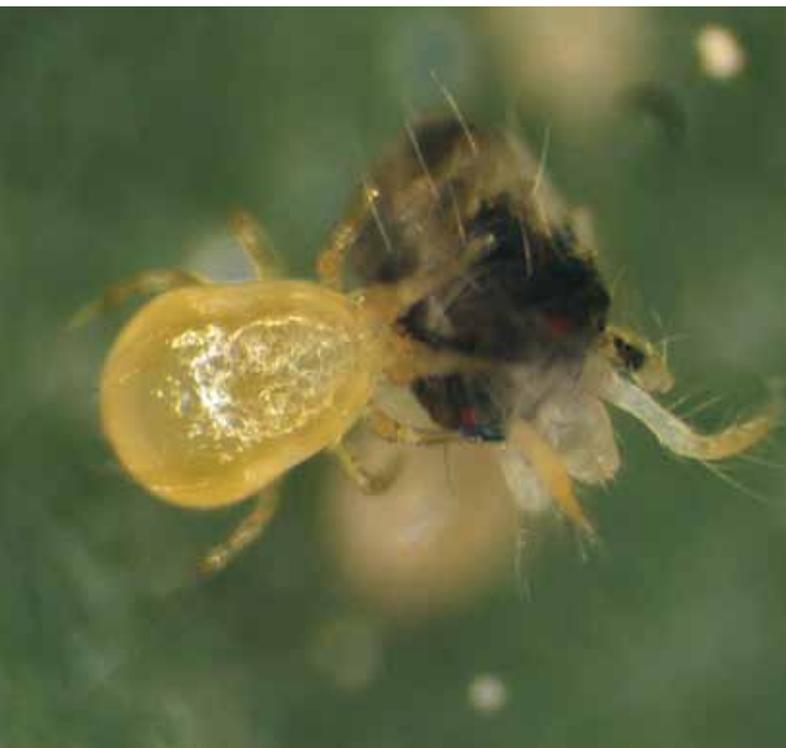


Figure 1 | *Neoseiulus fallacis* attaquant *Tetranychus urticae* (Lefebvre 2010).

Introduction

Au Canada, la vigne est cultivée sur environ 11 000 ha, notamment dans l'Ontario (7500 ha), la Colombie-Britannique (3000 ha), le Québec (250 ha) et la Nouvelle-Ecosse (125 ha) (AAC 2006).

En 1968, la lutte biologique contre les acariens s'est fortement développée après la découverte d'une souche de l'acarien prédateur *Galendromus occidentalis* résistante à certains pesticides (esters phosphoriques) (Bostanian et al. 2009a). Un autre acarien prédateur *Neoseiulus fallacis* (fig.1), résistant au DDT, carbamates et esters phosphoriques, peut être efficace contre les acariens nuisibles *Tetranychus urticae* (Koch) et *Pannychnus ulmi* (Koch) en viticulture et arboriculture, à condition d'utiliser des pesticides non nocifs à son égard, selon les principes de production et de lutte intégrées (Metzger 2001).

Les problèmes liés à la résistance des ravageurs aux pesticides, à la sécurité des utilisateurs et à la santé des consommateurs obligent les firmes phytosanitaires à développer de nouvelles matières actives plus spécifiques vis-à-vis des ravageurs ciblés et moins nocives pour l'homme et l'environnement (Bostanian et al. 2009a). Nous avons donc vérifié, en laboratoire, la toxicité de six nouveaux insecticides récemment homologués au Canada sur *N. fallacis*. Les pesticides homologués doivent respecter l'équilibre ravageurs-prédateurs des agro-écosystèmes et permettre l'application d'une lutte biologique durable. Ces informations sont pertinentes pour les viticulteurs et arboriculteurs, car elles indiquent les effets secondaires de diverses matières actives face aux auxiliaires utilisés dans les vignobles et vergers, comme le mentionnent les Index phytosanitaires viticole et arboricole mis à jour chaque année en Suisse.

Matériels et méthodes

Insecticides testés

Six insecticides utilisés dans diverses cultures ont été testés (tabl.1). Le chlorantraniliprole et la flubendiamide sont deux diamides qui agissent sur les récepteurs de ryanodine, activant la contraction musculaire par une mauvaise régulation du calcium et provoquant ainsi la paralysie du ravageur (Dupont 2008; Ebbinghaus-Kintscher et al. 2007). Le spinétorame, un neuroactif, est une spinosyne issu de deux métabolites de la fermentation aérobie de *Saccharopolyspora spinosa*. Elle agit de manière allostérique sur les récepteurs nicotiniques d'acétylcholine (sur un autre site que les néonicotinoïdes) (Santé Canada 2008). Un autre neuroactif, la clothianidine, est un néonicotinoïde qui inhibe les récepteurs nicotiniques de l'acétylcholine (Arakawa 2004). Le spirotétramate est une molécule dérivée de l'acide tétramique. Elle inhibe la biosynthèse lipidique, empêchant la croissance des insectes aux stades juvéniles et la reproduction des adultes (Leblanc 2008). Finalement, le novaluron, de la famille des benzoylphénylurées, inhibe la formation de la cuticule et entraîne la mort de l'insecte ravageur avant la fin de sa mue (EPA 2001).

Production de plantes hôtes et élevage d'acariens

La souche testée de *N. fallacis* a été prélevée dans un verger abandonné et n'a jamais été en contact avec les insecticides testés.

Neoseiulus fallacis et sa nourriture *T. urticae* ont été élevés sur des haricots (*Phaseolus vulgaris* L.) produits dans des chambres climatisées à la température de 24°C, avec une humidité relative (HR) de 60 % et une photopériode de seize heures de jour pour huit heures de nuit (16:8). Les acariens *T. urticae* et *N. fallacis* ont été élevés dans des chambres de croissances séparées à 25°C, avec 70 % HR et une photopériode de 16:8 (fig. 2).

De jeunes pousses de pommier ont fourni les feuilles utilisées comme support dans les unités expérimentales (boîtes de Pétri). Ces pommiers étaient produits dans des chambres de croissance à 20°C le jour et 16°C la nuit, 50 % HR et une photopériode de 16:8.

Bio-essais sur boîte de Pétri

La méthode utilisée des bio-essais est décrite par Bostanian *et al.* (2009b). L'unité expérimentale est constituée d'une boîte de Pétri (50x9 mm) avec une feuille de pommier découpée à l'emporte-pièce déposée sur un coton imbibé d'eau. Trois femelles adultes *N. fallacis*

Résumé Des tests de toxicité en laboratoire ont été effectués au Québec avec six nouveaux insecticides sur des femelles adultes de *Neoseiulus fallacis*, un acarien prédateur de tétranyques des vignes et des pommiers. Deux insecticides toxiques (spinétorame et clothianidine) ont provoqué plus de 85 % de mortalité et ne devraient pas être utilisés en Production Intégrée (PI); un insecticide (spirotétramate) a eu un effet modérément toxique (> 60 % de mortalité et blocage des pontes) et devrait également être évité en PI; trois insecticides peu ou non nocifs (novaluron, chlorantranilprole et flubendiamide; moins de 20 % de mortalité en laboratoire) peuvent être employés en PI.

d'âge aléatoire, prélevées de l'élevage précédemment décrit, sont déposées avec trente à quarante *T. urticae* adultes. Une répétition est formée de dix boîtes de Pétri par modalité (fig. 3a). La pulvérisation des insecticides est effectuée avec un injecteur à chromatographie Kontes (fig. 3b) à une pression de 10,3 kPa (1,5 PSI) >



Figure 2 | Élevage de *Tetranychus urticae* (à gauche) et de *Neoseiulus fallacis* (à droite).



Figure 3 | Plateau de dix boîtes de Pétri (à gauche), injecteur à chromatographie Kontes (à droite).

Tableau 1 | Insecticides testés selon les ravageurs visés et les types de culture

Produit commercial / Concentration (m.a.) / Formulation	Matière active (m.a.)	Familles / Espèces visées	Culture
Delegate® 25 % WG	Spinétorame	Tordeuse, thrips, psylle, mouche.	Vignes, fruits à pépins et noyaux, légumes, maïs
Clutch® 50 % WDG	Clothianidine	Cochenilles, cicadelles, phylloxéra, psylle, tordeuses, doryphore	Vignes, pommes, poires, pomme de terre
Ultor® 15 % SC	Spirotétramate	Cochenilles, phylloxéra, pucerons, aleurodes	Vignes, pommes, poires, coings, noix
Rimon® 10 % EC	Novaluron	Tordeuse, pyrale, doryphore	Pommes, pomme de terre
Altacor® 35 % WG	Chlorantranilprole	Nombreux lépidoptères mais tordeuses principalement	Vignes, pommes, poires, fruits à noyaux (abricots, cerises, pêches)
Belt® 48 % SC	Flubendiamide	Idem	Vignes, pommes, cotons, tabacs

à 20–25 cm de hauteur et perpendiculairement aux boîtes de Pétri. La quantité de bouillie déposée est d'environ 0,002 ml/cm². Toutes les bouillies sont préparées à une concentration correspondant à un traitement de 600 l/ha. Les boîtes de Pétri traitées sont ensuite stockées en chambre de croissance à 24 °C, 70 % HR avec une photopériode de 16:8.

Les différents tests

Les six insecticides ont été testés à la dose recommandée sur des femelles adultes. La comptabilisation des individus vivants et morts a été effectuée toutes les 24 h pendant 144 h en même temps que celle des individus néoformés (pontes post-traitement) qui étaient retirés de chaque boîte de Pétri chaque jour. Les taux de mortalité présentés sont ajustés par la formule d'Henderson-Tilton (Henderson et Tilton 1955) prenant en compte la mortalité, dite naturelle, des valeurs témoins. Ces taux de mortalité sont comparés par analyse de variance (Anova), permettant de former les groupes de toxicité à l'aide du logiciel Minitab.

À la suite de cette première expérimentation, les insecticides les plus toxiques ont été testés à des dilutions successives pour calculer la concentration létale pour 50 % de la population (CL₅₀) avec le logiciel Polo-Pc (LeOra 1987) suivant une modélisation Probit. La durée du test était fonction de la vitesse à laquelle la réponse dose-mortalité devenait linéaire et respectait les paramètres statistiques imposés par le logiciel. Plus la CL₅₀ est petite, plus la molécule testée est toxique. Ainsi, cette valeur peut servir à observer l'apparition de résistance chez les prédateurs et chez les ravageurs. Ceci permet d'adapter, à long et moyen termes, l'usage des pesticides en protégeant mieux les espèces prédatrices et en ne visant pas des ravageurs devenus résistants.

Résultats

Mortalité et effet sur les pontes

Le spinétorame, une matière active du même groupe d'action que le spinosad, s'est avéré très toxique envers *N. fallacis*. Après 72 h, 100 % des femelles adultes sont mortes. Cette mortalité rapide entraîne logiquement l'absence totale de ponte.

La clothianidine et le spirotétramate ont montré une toxicité s'exprimant plus lentement, avec un effet répulsif de la clothianidine. Selon les observations faites 144 h après pulvérisation (tabl. 2), ces deux insecticides ont provoqué respectivement 84 % et 53,6 % de mortalité et les pontes se sont trouvées significativement atténuées (≤ 1 œuf/jour/femelle).

Le novaluron a semblé moins toxique envers *N. fallacis*. En effet, cette matière active n'a engendré que 17,4 % de mortalité après 144 h et pas eu d'effet significatif sur les pontes (tabl. 2). Enfin, les deux diamides (chlorantraniliprole et flubendiamide) n'ont montré aucune toxicité pour les femelles de *N. fallacis*, avec des mortalités et des pontes similaires à celles des témoins traités à l'eau.

CL₅₀ des femelles adultes de *N. fallacis*

Les insecticides spinétorame et clothianidine ont engendré des CL₅₀ inférieures de respectivement ± 14 fois et ± 6 fois la dose recommandée à 48 et 144 h (tabl. 3), confirmant leur toxicité extrême envers l'acarien femelle *N. fallacis*, à très faible dose. La CL₅₀ du spirotétramate se rapproche fortement de la dose homologuée ($\pm 0,3$ fois à 168 h); son impact est ainsi plus modéré que celui du spinétorame et de la clothianidine: théoriquement, seule la moitié de la population femelle adulte devrait périr lors d'un traitement au champ avec cette substance active.

Tableau 2 | Mortalité et pontes des femelles adultes de *N. fallacis* 144 h après pulvérisation

Produit commercial / Concentration (m.a.) / Formulation	Matière active (m.a.)	Dose (g/l) pour 600 l/ha	Nombre de femelles déposées	Taux de mortalité en % ¹ (P < 0,001) ²	«Fécondité en nombre d'œufs/jour/femelle (femelles vivantes) (P < 0,001) ²
Delegate® 25 % WG	Spinétorame	0,20417	85	100d	– (0)
Clutch® 50 % WDG	Clothianidine	0,350065	91	84c	0b (41)
Ultor® 15 % SC	Spirotétramate	0,2277135	100	53,6b	0,17b (12)
Rimon® 10 % EC	Novaluron	1,165	92	17,4a	3,39a (66)
Altacor® 35 % WG	Chlorantraniliprole	1,6667	92	0a	2,47a (83)
Belt® 48 % SC	Flubendiamide	0,987408	95	0a	3,03a (82)
–	Témoin (eau)	–	90	13,3a	2,56a (78)

¹Moyenne des taux de mortalité ajustés selon la formule d'Henderson-Tilton.

²Les lettres identiques signifient que les valeurs ne sont pas significativement différentes. Les groupes sont formés par analyse de variance (Anova) sur les données transformées par arcsinus pour les mortalités et par log (œuf pondu/jour/femelle + 1) pour les pontes, suivie de comparaisons multiples deux à deux par un test de Tuckey-Kramer ($\alpha = 0,05$).

Tableau 3 | $^{a}CL_{50}$ de trois insecticides pour les femelles adultes de *N. fallacis*

Produit commercial / Concentration (m.a.) / Formulation	Matière active (m.a.)	Temps après pulvérisation	n	df	X ²	CL ₅₀ (g.l ⁻¹)	Dose conseillée au champ (g.l ⁻¹)	Rapport: dose conseillée / CL ₅₀
Delegate® 25 % WG	Spinétorame	48h	470	4	3,81	0,015	0,20	13,74
Clutch® 50 % WDG	Clothianidine	144h	433	3	2,51	0,058	0,35	6,09
Movento® 24 % SC	Spirotétramate	168h	430	3	1,99	0,510	0,17	0,34

^aCalculé avec le logiciel Polo-Pc (LeOra 1994). L'ensemble des paramètres statistiques nécessaires à l'acceptation des résultats du logiciel ne sont pas présentés ici pour des raisons de clarté. Ils peuvent être obtenus par simple demande auprès de l'auteur via Agroscope Changins-Wädenswil. n = nombre de femelles déposées. df = degré de liberté. X² = Khi carré.

Discussion et conclusions

- Les insecticides testés se répartissent dans trois des quatre groupes de toxicité définis par Bostanian *et al.* (2010): les toxiques (75–100 % de mortalité), les modérément toxiques (50–74 %) et les non ou peu toxiques (0–24 %).
- Le spinétorame et la clothianidine appartiennent au premier groupe. Ils sont responsables de mortalités élevées, ce qui influe évidemment sur les pontes. Leur utilisation devrait être proscrite en PI, en attendant des tests complémentaires en vignoble ou en verger qui puissent compléter cette étude effectuée en laboratoire.
- Au deuxième groupe correspond le spirotétramate. Bien que la mortalité causée par cette matière active soit moins importante, elle gêne néanmoins considérablement les pontes et devrait de ce fait être évitée en PI.
- La troisième classe comprend le novaluron, le chlorantraniliprole et la flubendiamide, qui peuvent être admises en PI, car elles ont montré une faible toxicité (mortalité de 0 à 24 %) dans les conditions contraignantes de laboratoire.
- Dans le futur, l'observation de CL₅₀ plus élevées permettra de détecter le début de résistance aux matières actives. Il pourrait être intéressant d'effectuer un suivi et d'autres tests standardisés sur différents individus de la même espèce afin de sélectionner des souches résistantes d'acariens prédateurs, pour les mettre sur le marché, à disposition des exploitations agricoles.
- Ces tests pourraient également être menés sur les autres stades de développement de *N. fallacis* (larves, nymphes et œufs), pour mieux cerner la dynamique d'action de ces matières actives et mieux conseiller les viticulteurs et arboriculteurs.
- Ces résultats ne pouvant pas être extrapolés sur d'autres acariens prédateurs, comme l'ont démontré Bostanian *et al.* (2009a, 2010) avec deux acariens

Encadré | Spécificités suisses pour la préservation des acariens prédateurs

- Aucune des matières actives testées dans cet essai n'est autorisée en viticulture pour l'instant en Suisse; seul le novaluron et le spirotétramate sont homologués en arboriculture.
- *Neoseiulus fallacis* n'est pas le principal typhlodrome dans les vignobles et vergers suisses. Pour être transposable aux réalités helvétiques, ces tests devraient être conduits sur *Typhlodromus pyri*, *Amblyseius andersoni* et *Kampimodromus aberrans*.
- Ces résultats demeurent cependant très intéressants et donnent de premières indications pour la classification des insecticides testés vis-à-vis des acariens prédateurs (voir également les effets secondaires des matières actives dans les *Index phytosanitaires pour la viticulture et pour l'arboriculture*).

prédateurs (*G. occidentalis* et *N. fallacis*) qui, avec un comportement alimentaire proche, réagissaient aux néonicotinoïdes parfois de manière identique (imidaclopride et thiaclopride) et parfois de manière différente (acétamipride et thiamétoxane). Ces six insecticides devraient ainsi être utilisés avec d'autres acariens et insectes auxiliaires afin de pouvoir affiner leur profil éco-toxicologique.

- Finalement, la mortalité et l'effet sur les pontes des pesticides les plus toxiques devraient être éprouvés en plein champ: l'efficacité des insecticides est souvent moins marquée à l'extérieur, car les conditions météorologiques peuvent dégrader ou diluer les matières actives; c'est notamment le cas avec le soleil (UV), les précipitations (lessivage), le vent (dérive) ou pour une zone du végétal non touchée par la bouillie. Pour toutes ces raisons, ces conclusions doivent être validées dans les conditions de la pratique, dans des vignobles et vergers commerciaux. ■

Summary

Effect of six insecticides on *Neoseiulus fallacis*: a predatory mite in Canadian vineyards

In Quebec, the toxicity of six insecticides was tested in laboratory on *Neoseiulus fallacis* female, a predatory mite against *Tetranychidae* pests in vineyards and orchards. Two insecticides (spinetoram and clothianidin) proved to be toxic for *N. fallacis* (more than 85 % of mortality) and should'nt be used in Integrated Pest management (IPM); the insecticide spirotetramat was moderately toxic (over 60 % of mortality) and stopped eggs laying and it should be avoided in IPM; three insecticides (novaluron, chlorantraniliprol and flubendiamid) were slightly or not toxic (under 20 % of mortality) and can be used in IPM.

Key words: Integrated Pest Management (IPM), insecticides, predatory mite+mortality.

Zusammenfassung

Labor Toxizitätstest mit sechs Insektiziden auf *Neoseiulus fallacis*: eine Raubmilbe in Reblagen in Kanada

In Quebec wurden im Labor Toxizitätstest mit sechs neuen Insektiziden auf adulten Weibchen von *Neoseiulus fallacis*, eine Raubmilbe im Reben- und Apfelanbau, durchgeführt. Zwei giftige insektizide (Spinetoram und Chlothianidin) dürfen im Rahmen der Integrierten Produktion (IP) nicht angewendet werden, da sie mehr als 85 % Sterblichkeitsrate verursachen; ein mässig giftiges Insektizid (Spirotremat), welches ausserdem die Eiablage verhindert, sollte im Rahmen der IP ebenfalls nicht angewendet werden, weil es mehr als 60 % Sterblichkeitsrate verursachte; drei wenig oder nicht toxische Insektizide (Novaluron, Chlorantraniliprol und Flubendiamid) können, mit weniger als 20 % Sterblichkeitsrate, im Rahmen der Integrierten Produktion angewendet werden.

Riassunto

Effetti di sei insetticidi su *Neoseiulus fallaci*: un'acaro predatore nei vigneti in Canada

In Quebec, dei saggi tossicologici di laboratorio sono stati condotti con sei nuovi insetticidi sulle femmine adulte di *Neoseiulus Fallaci*, un acaro predatore dei tetranychidi nei viti e meli. Due tossici insetticidi (spinetoram e clothianidin) non devono essere utilizzati in Produzione Integrata (PI), perché causano più dell'85 % di mortalità; un insetticida moderatamente tossico (spirotetramat) che blocca le deposizioni dovrebbe essere evitato per la PI, perché causa più del 60 % di mortalità; tre insetticidi poco o non nocivi (novaluron, chlorantraniliprole e flubendiamide) possono essere usati in PI, con meno del 20 % di mortalità.

Remerciements

Nous remercions Noubar Bostanian et Gaëtan Racette, Centre de Recherche et Développement Horticole (CRDH), Agriculture et Agro-alimentaire Canada, Saint-Jean-sur-Richelieu (Qc), ainsi que Christian Linder (ACW) pour la relecture du manuscrit.

Bibliographie

- Arakawa H., Forney K. & Schiller C. T., 2004. Introduction of Two New Products for Use in Pome Fruit: CLUTCH™ Insecticide and KANEMITE™ Miticide. Adresse: <http://entomology.tfrec.wsu.edu/wopdmc/2004PDFs/Rep04%20Chemical%20Arakawa.pdf> [04 juillet 2012].
- Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC), 2006. Centre pour la lutte antiparasitaire. Programme de réduction des risques liés aux pesticides. Profil de la culture de la vigne au Canada, 77 p.
- Bostanian N. J., Thistlewood H. A., Hardman J. M., Laurin M. C. & Racette G., 2009a. Effect of seven new orchard pesticides on *Galenromus occidentalis* in laboratory studies. *Pest Management Science* **65**, 635–639.
- Bostanian N. J., Beudjekian S., McGregor. E. & Racette G., 2009b. A modified excised leaf disc method to estimate the toxicity of slow and fast acting reduced-risk acaricides to mites. *Journal of Economic Entomology* **102**, 2084–2089.
- Bostanian, N. J., Hardman J. M., Thistlewood H. A. & Racette G., 2010. Effects of six selected orchard insecticides on *Neoseiulus fallacis* (Acari: Phytoseiidae) in the laboratory. *Pest Management Science* **66**, 1263–1267.
- Dupont™, 2008. Maintenant homologué! Altacor® insecticide avec Rynaxypyr. Adresse: http://www2.dupont.com/Crop_Protection/fr_CA/assets/downloads/HORT_ALT_SS_FR_FINAL.pdf [04 juillet 2012].
- Ebbinghaus-Kintscher U., Lümmen K., Raming P., Masaki T. & Yasokawa N., 2007. Flubendiamide, the first insecticide with a novel mode of action on insect ryanodine receptor. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer* **60**, 117–140
- EPA, 2001. Pesticide Fact Sheet, novaluron. Adresse: <http://www.epa.gov/opprd001/factsheets/novaluron.pdf> [04 juillet 2012]
- Henderson C. F. & Tilton E. W., 1955. Test with Acaricides against the Brown Wheat Mite. *Journal of economic Entomology* **48**, 157–161.
- Leblanc M., 2008. Avertissement agricole n° 11 du 17 juillet 2008. Adresse: <http://www.agrireseau.qc.ca/Rap/documents/a11tn08.pdf> [04 juillet 2012].
- LeOra Software. 1987. Polo-Pc, Probit and Logit Analysis, Berkeley. Ca.
- Metzger J. A., 2001. *Neoseiulus fallacis* (Garman) (Acari: Phytoseiidae) as a potential biological control agent for spider mites (Acari: Tetranychidae) in Virginia vineyards. Master in entomology, Faculty of the Virginia polytechnic institute and State University, 77 p.
- Santé Canada, 2008. Projet de décision d'homologation: spirotetramate. Adresse: http://www.hc-sc.gc.ca/cps-spc/pest/part/consultations/_prd2008-07/index-fra.php#direct [04 juillet 2012]

Sélection
et production
de clones,
greffons
et plants
pour la
viticulture

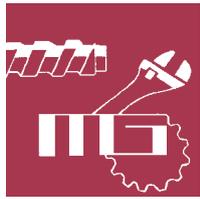


**PÉPINIÈRES VITICOLES
CLAUDE & JACQUES LAPALUD**

PLANTATION À LA MACHINE

1163 ÉTOY

Atelier: tél. 021 808 76 91 - fax 021 808 78 40
Privé: tél. 021 807 42 11



GIGANDET SA 1853 YVORNE

Atelier mécanique

Tél. 024 466 13 83

Machines viticoles, vinicoles et agricoles

Fax 024 466 43 41

Votre spécialiste **BUCHER-VASLIN** depuis plus de **35 ans**

**VENTE
SERVICE
RÉPARATION
RÉVISION**

**PRESSOIR
PNEUMATIQUE
5 hl / 8 hl
X Pro 58
X Pro 8**



**Pressoirs
Pompes
Egrappoirs
Fouloirs**

**BUCHER
vaslin**

**Réception
pour
vendange**

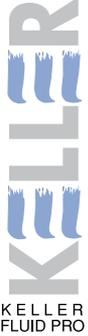
IMPORTATEUR EXCLUSIF POUR LA SUISSE



BROYEURS/TONDEUSES/DÉSHERBEUSES/FRAISES/DÉBROUSSAILLEUSES/HERSES

SNOPEX
www.snopex.com

Machines agricoles - Motoneiges - Quads
Via Motta 3 - 6828 Balerna ☎ sales@snopex.com
☎ 091 646 17 33 ☎ 091 646 42 07

	Filtration Vin, eau, bière, jus de fruit, gaz Sartorius	
	Technologie membranaire Vin, jus de fruit, petit-lait DSS-Silkeborg	
	Elevage des vins Conseils et matériel de micro-oxygénation et cliquage Oenodev	

KELLER FLUID PRO AG, Bombachsteig 12, 8049 Zürich
☎ 044 341 09 56 / kellerfluidpro@keller.ch / www.keller.ch

Economie d'énergie sous serre par intégration de température en culture de pélargonium en pot

Céline GILLI, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW

Renseignements: Céline Gilli, e-mail: celine.gilli@acw.admin.ch, tél. +41 27 345 35 19, www.agroscope.ch



Floraison du pélargonium lierre.

Introduction

L'augmentation du prix de l'énergie et la pression sur les prix de vente des produits horticoles poussent les serristes à améliorer l'efficacité énergétique de leur production. Economiser de l'énergie sur des cultures courtes, peu exigeantes en température telles que le pélargonium est un défi. Toutefois, comme la production se déroule de février à mai, la période est propice à l'utilisation de l'intégration de température (IT). Cette conduite est basée sur la capacité des plantes à tolérer des écarts de température autour d'un optimum, pour autant que la température moyenne soit

respectée durant un à plusieurs jours (Körner et Challa 2003). Concrètement, lors des journées ensoleillées, la consigne d'aération est augmentée. Ce gain de température de jour est compensé par des températures de nuit plus froides, afin d'obtenir la température moyenne visée.

Dans ce contexte, des essais d'intégration de température ont été mis en place par Agroscope Changins-Wädenswil ACW, en culture de pélargonium en pot, de 2009 à 2011. L'objectif était de mesurer l'impact d'une conduite avec intégration de température sur vingt-quatre heures sur les économies d'énergie et sur la croissance des plantes.

Matériel et méthodes

Dispositif expérimental

L'essai a été conduit dans deux serres identiques de 90 m², avec une aération faîtière et deux aérations latérales continues, hauteur du piédroit 2,9 m et orientation nord-sud. Elles sont équipées de verre Hortiplus en toiture, de double vitrage latéral, d'un écran d'ombrage xls 15 de Svensson et d'aéroconvecteurs. La serre témoin est conduite de façon classique et la serre IT avec intégration de température sur vingt-quatre heures.

Les pélargoniums ont été cultivés en pot de 13 cm, sur table. Les variétés et les dates d'empotage sont présentées dans le tableau 1. Chaque serre est équipée de dix tables (1,50 m x 2,50 m). L'essai est conduit uniquement sur huit d'entre elles. Les deux tables situées au sud ont servi de tampon pour les distançages. Chaque serre est divisée en quatre blocs aléatoires. Une parcelle élémentaire compte vingt-cinq pots. Chaque essai comprend quatre modalités. En 2009, les modalités sont liées au type de pélargonium (lierre ou zonale) et aux variétés; en 2010 et 2011, elles sont liées au type de pélargonium et au nombre d'applications de régulateur de croissance. En 2010, une partie des pélargoniums lierres et zonales ont reçu une application de Cycocel (chlorure de chlorcholine) et l'autre partie, deux. En 2011, les lierres ont eu soit un, soit deux traitements au Cycocel et les zonales soit rien, soit un traitement.

Intégration des températures

Avant l'enracinement, les consignes de chauffage et d'aération étaient fixes (T_{nuit} : 15 °C, T_{jour} : 18 °C, $T_{\text{aération}}$: 20 °C). L'intégration des températures a débuté après l'enracinement jusqu'au stade de vente des plantes (tabl.2). L'objectif était d'obtenir une température moyenne sur vingt-quatre heures identique dans les deux serres. Les consignes de température de nuit, de jour et d'aération sont synthétisées dans le tableau 3. Dans la serre IT, la consigne d'aération de jour est augmentée au maximum de 5 °C en fonction du rayonnement instantané (entre 20 et 50 klux). La température de nuit est abaissée au maximum de 7 °C selon le rayonnement global de la journée. Les écrans se ferment et s'ouvrent lors des passages jour/nuits. L'humidité n'est pas contrôlée.

En 2009 et 2010, la serre est pilotée avec un ordinateur de gestion climatique LCC 1240 DGT-Volmatic. La température de nuit dans la serre IT est calculée grâce à un programme établi avec le logiciel Condilink de DGT-Volmatic. En 2011, le pilotage est effectué par un ordinateur climatique LCC Completa de DGT-Volmatic, avec un programme température moyenne intégré.

Résumé La production du pélargonium se déroule entre février et mai, une période propice à l'intégration de température (IT). Agroscope Changins-Wädenswil ACW a testé entre 2009 et 2011 le potentiel d'économie d'énergie de cette technique et mesuré son impact sur les plantes. En 2009, l'économie d'énergie réalisée dans la serre IT par rapport à la serre témoin est très faible (2,5 %). Mais en 2010 et 2011, elle s'élève respectivement à 32 % et 40 %. Ces pourcentages d'économie élevés représentent cependant environ 10 kWh/m². Selon les années et les variétés, l'intégration de température a eu un effet significatif sur la longueur de la tige principale. L'élongation est alors plus importante dans la serre IT. L'intégration de température n'a eu d'effet ni sur la floribondité ni sur les poids frais et secs des plantes.

Tableau 1 | Variétés de pélargonium cultivées et dates d'empotage

Année	Variétés				Date d'empotage
	Pélargonium lierre		Pélargonium zonal		
2009	'Imperial Red'	'Lollipop Red'	'Serena Nova'	'Trend Dark Red'	13 février
2010	'Imperial Red'		'Serena Nova'		17 février
2011	'Balcon rouge'		'Serena Nova'		17 février

Tableau 2 | Période d'intégration des températures selon les années

Année	Période d'intégration des températures	
	du	au
2009	26 février	24 avril
2010	26 février	5 mai
2011	4 mars	3* ou 10** mai

*Pélargonium lierre. **Pélargonium zonal.

Tableau 3 | Consignes de température de nuit, de jour et d'aération dans les serres témoin et IT après l'enracinement

Serre	T_{nuit}	T_{jour}	$T_{\text{aération}}$
Témoin	12 °C	15 °C	18 °C
IT	5–12 °C*	15 °C	18–23 °C**

IT: intégration des températures. T: température.

*Selon le rayonnement instantané.

**Selon le rayonnement global de la journée.

Consommation d'énergie

La consommation d'énergie est suivie grâce à des compteurs de chaleur (Kamstrup, Multical® 601, sonde Pt500), situés à l'entrée de chaque serre. Les compteurs sont relevés chaque matin.

Développement des plantes

La longueur de la tige principale a été suivie sur dix plantes par parcelle élémentaire tout au long de la culture. La partie aérienne de cinq plantes prêtes à la vente, par parcelle élémentaire, a été pesée. En 2010 et 2011, le poids sec de la partie aérienne après passage à l'étuve à 110 °C a été relevé. La «densité» des plantes (poids frais en g/élongation en cm) a également été calculée. Elle donne une indication sur la qualité des plantes. Concernant la floraison, en 2010 le nombre de fleurs ouvertes au stade vente a été compté et en 2011 le nombre de fleurs ouvertes et le nombre de boutons floraux.

Analyses statistiques

Une analyse de variance a servi à comparer l'élongation de la tige principale, le nombre de fleurs ouvertes, le poids frais, la densité et le poids sec des pélagoniums entre les deux serres. Le seuil de signification est de 0,05. Les moyennes ont été comparées avec un test de Newman et Keuls.

Résultats et discussion

Climat de la serre

L'objectif d'une moyenne de température sur vingt-quatre heures identique dans les deux serres a été partiellement atteint, avec une déviation de 0,1 à 0,3 °C en faveur de la serre IT (tabl. 4). Dans la serre IT, la température de jour était plus élevée en moyenne de 1 °C et celle de nuit plus basse de 0,4 à 0,6 °C (tabl. 4). Les amplitudes thermiques jour/nuit sont donc plus

grandes dans la serre IT. L'humidité relative moyenne sur vingt-quatre heures est comparable dans les deux serres (tabl. 5).

Consommation d'énergie

La consommation d'énergie dans la serre témoin tourne autour de 35 kWh/m² pour dix à douze semaines de culture. Cette valeur peu élevée est liée à la structure de la serre (écran, double vitrage), aux conditions météorologiques, mais également au fait qu'il s'agit uniquement de la consommation dans la serre. Les pertes liées à la chaudière et à la distribution ne sont pas prises en compte. Cette valeur rejoint celle obtenue par Riaudel et Deogratias (2011): pour une culture de *Pelargonium grandiflorum* dans le sud-ouest de la France, chauffée à 12 °C la nuit et 16 °C le jour, la consommation d'énergie s'élève à 42 kWh/m².

En 2009, l'économie d'énergie réalisée dans la serre IT par rapport à la serre témoin n'est que de 2,5 % (tabl. 5). Ce faible score est dû, en partie, à la montée en température le matin. Tout le bénéfice de la nuit froide est perdu lorsqu'il faut réchauffer la serre le matin. Pour éviter cela, la vitesse de montée des températures a été réduite en 2010 et 2011 dans la serre IT à 1 °C/h (contre 6 °C/h dans la serre témoin). L'objectif était d'utiliser au maximum l'énergie solaire et non le chauffage pour réchauffer la serre le matin. Cette modification et l'intégration de température ont permis d'économiser 32 % d'énergie en 2010 et 40 % en 2011 (tabl. 5).

Tableau 5 | Consommation d'énergie durant toute la culture dans les serres témoin et IT

Année	Consommation d'énergie (kWh/m ²)		Variation
	Témoin	IT	
2009	36,4	35,5	-2,5 %
2010	33,9	23,3	-31,3 %
2011	32,0	19,3	-39,7 %

Tableau 4 | Températures moyennes de jour, de nuit, sur 24 heures et humidité relative moyenne sur 24 heures dans les serres témoin et IT durant les périodes d'intégration

Année	Période d'intégration	Serre	Températures moyennes (°C)			HR (%)
			Nuit	Jour	24 h	Moyenne sur 24 h
2009	26.02 au 23.04	Témoin	13,9 ± 1,5	21,2 ± 2,3	18,0 ± 2,0	50,9 ± 6,5
		IT	13,3 ± 1,8	22,2 ± 2,4	18,1 ± 2,1	51,3 ± 7,5
2010	26.02 au 04.05	Témoin	15,0 ± 1,8	21,9 ± 2,6	18,9 ± 2,3	48,9 ± 9,7
		IT	14,6 ± 1,9	22,9 ± 2,7	19,1 ± 2,4	46,8 ± 11,1
2011	04.03 au 10.05	Témoin	14,3 ± 1,7	20,7 ± 2,4	17,8 ± 2,3	–
		IT	13,9 ± 2,1	21,6 ± 2,6	18,1 ± 2,6	–

± = écart-type. IT: intégration de température. HR: humidité relative.

Adams (2006) précise qu'il est possible de réaliser une économie d'énergie de 15 % grâce à l'intégration de température, en cultures ornementales. Des essais conduits en Angleterre sur poinsettias, bégonias et chrysanthèmes en pot ont permis d'économiser 10 à 12 % (Adams 2006). Sur une culture d'Impatiens de Nouvelle-Guinée (février à mai), Riaudel et Deogratias (2011) économisent 20 % grâce à l'intégration de température, tout comme Joussemet (2011) sur pélargonium. L'économie d'énergie dépend de la culture et des écarts de température autorisés. Elle est également liée à l'ensoleillement et aux températures extérieures qui vont conditionner la baisse des températures de nuit.

Les pourcentages d'économie obtenus sont élevés mais cela représente peu de kWh/m² (environ 10 kWh/m², soit approximativement 1 l de mazout). Au prix moyen du mazout pour l'année 2011, l'économie est d'environ 90 ct/m².

Développement des plantes

Elongation de la tige principale

Selon les années, les variétés et le nombre de régulateurs de croissance appliqués, l'intégration de température a eu un effet significatif sur la longueur de la

tige principale (tabl. 6 et 7). L'élongation est alors plus grande dans la serre IT (fig.1). L'effet de la différence entre la température de jour et celle de nuit (DIF) sur l'élongation des tiges est bien connue sur pélargoniums

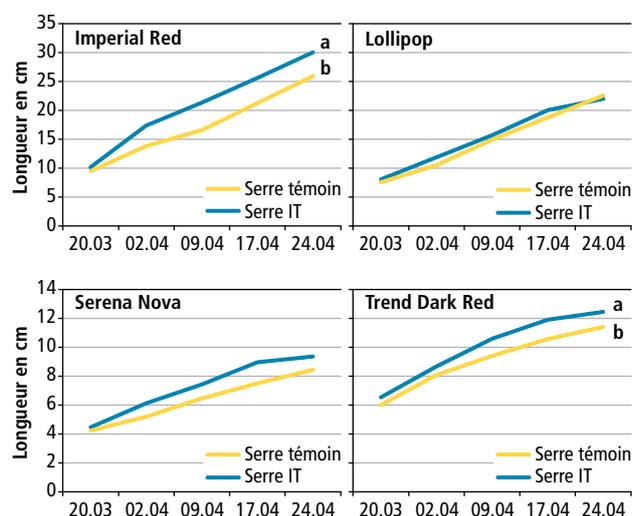


Figure 1 | Suivi de l'élongation de la tige principale des pélargoniums dans la serre témoin et dans la serre avec intégration de température (essai 2009).

Tableau 6 | Longueur de la tige principale et densité des plantes au stade commercial des pélargoniums lierres dans les serres témoin et IT

Année	Variété	Nombre de régulateurs appliqués	Elongation de la tige principale (cm)		«Densité» (poids frais/élongation) (g/cm)	
			Serre témoin	Serre IT	Serre témoin	Serre IT
2009	Imperial Red	2	25,9 b	30,0 a	4,7	4,1
	Lollipop		22,5	22,1	6,1	5,7
2010	Imperial Red	1	35,0	35,5	3,6	3,6
		2	33,1 b	36,6 a	4,1	3,6
2011	Balcon rouge	1	31,0 b	32,1 a	6,6	6,0
		2	28,8 b	29,9 a	6,8	6,6

Les valeurs suivies de lettres distinctes sont significativement différentes à $P < 0,05$.

Tableau 7 | Longueur de la tige principale et densité des plantes au stade commercial des pélargoniums zonales dans les serres témoin et IT

Année	Variété	Nombre de régulateurs appliqués	Elongation de la tige principale (cm)		«Densité» (poids frais/élongation) (g/cm)	
			Serre témoin	Serre IT	Serre témoin	Serre IT
2009	Serena Nova	1	9,4	8,4	10,8	10,5
	Trend Dark Red		11,4 b	12,5 a	10,9	10,0
2010	Serena Nova	1	8,5	9,7	12,3	11,3
		2	8,1 b	9,6 a	13,3	10,7
2011	Serena Nova	0	8,5	9,4	13,4	11,9
		1	8,4	9,0	13,2	11,8

Les valeurs suivies de lettres distinctes sont significativement différentes à $P < 0,05$.

(Myster et Moe 1995). L'élongation de la tige est favorisée lorsque la température de jour est supérieure à celle de nuit (+DIF). Pour les pélargoniums lierres (fig. 2), l'allongement dans la serre IT varie entre +1,1 cm pour la variété Balcon rouge en 2011 et +4,1 cm pour la variété Impérial Red en 2009. En ce qui concerne les pélargoniums zonales (fig. 3), la différence d'élongation entre les deux serres est de l'ordre de 1 cm.

L'application de régulateur de croissance n'a pas eu d'effet sur l'élongation des pélargoniums zonales, aussi bien dans la serre IT que dans la serre témoin (tabl. 7). Pour les pélargoniums lierres, l'application d'un régulateur de croissance supplémentaire dans la serre IT permet d'avoir une élongation comparable à celle de la serre témoin (40,3 cm dans la serre IT et 41,3 cm dans la serre témoin).

Figure 2 | Pélargonium lierre variété 'Balcon rouge' au stade commercial dans la serre témoin (gauche) et dans la serre avec intégration de température (droite), avec une application de régulateur de croissance (essai 2011).



Figure 3 | Pélargonium zonale variété 'Serena Nova' au stade commercial dans la serre témoin (gauche) et dans la serre avec intégration de température (droite), sans application de régulateur de croissance (essai 2011).



Tableau 8 | Poids frais et sec de la partie aérienne de cinq pélargoniums lierre au stade commercial dans les serres témoin et IT

Année	Variété	Nombre de régulateurs appliqués	Poids frais (g)		Poids sec (g)	
			Serre témoin	Serre IT	Serre témoin	Serre IT
2009	Imperial Red	2	605	612	–	–
	Lollipop		687	631	–	–
2010	Imperial Red	1	632	633	64	60
		2	678	657	66	65
2011	Balcon rouge	1	1020	967	85	81
		2	985	992	82	83

Poids frais et poids sec

Excepté pour la variété Serena Nova en 2009, il n'y a aucune différence significative de poids frais et de poids sec de la partie aérienne entre les deux serres.

Le calcul du poids frais/élongation en cm donne une indication sur la «densité des plantes» (Vogelezang 2000). Plus le poids/cm est élevé, meilleure est la qualité des plantes. L'intégration de température n'a pas eu d'effet significatif sur la densité des pélargoniums (tabl. 8 et 9). Toutefois, celle-ci tend à être plus élevée dans la serre témoin, notamment à cause de l'effet plus marqué de l'intégration de température sur l'élongation des plantes que sur le poids des plantes.

Floraison

L'entrée en floraison des pélargoniums a été identique dans les deux serres. Sur *Dahlia*, *Tagetes* et *Zinnia*, Blanchard et Runkle (2011) ont montré que des conduites climatiques différentes mais avec une température moyenne identique n'influençaient pas la date de floraison. Dans nos conditions, l'intégration de tempéra-

ture n'a eu d'effet ni sur le nombre de fleurs ouvertes ni sur le nombre total de fleurs (ouvertes et boutons) (tabl.10). De même, pour Riaudel et Deogratias (2011), l'intégration de température n'a pas altéré la qualité des *Ficus benjamina* et des *Impatiens* de Nouvelle-Guinée.

Conclusions

- L'intégration de température sur vingt-quatre heures a permis de réaliser des économies d'énergie d'environ 35 % par rapport à une conduite témoin.
- Etant donné la consommation d'énergie de la culture de pélargoniums, l'économie réalisée grâce à l'IT représente environ 10kWh/m².
- L'IT a eu une légère influence sur l'élongation de la tige principale, plus ou moins marquée selon les variétés et les années. Par contre, elle n'a pas eu d'effet sur la «densité» des plantes (g/cm) et sur la floraison.
- Cette conduite est intéressante si le producteur accepte des plantes légèrement plus allongées. ■

Tableau 9 | Poids frais et sec de la partie aérienne de cinq pélargoniums zonales au stade commercial dans les serres témoin et IT

Année	Variété	Nombre de régulateurs appliqués	Poids frais (g)		Poids sec (g)	
			Serre témoin	Serre IT	Serre témoin	Serre IT
2009	Serena Nova	1	455,0 ^b	583,3 ^a	–	–
	Trend Dark Red		618,8	632,5	–	–
2010	Serena Nova	1	520,5	547,5	51,7	53,4
		2	532,3	513,3	51,1	51,1
2011	Serena Nova	0	565,0	555,0	49,6	48,6
		1	552,5	570,0	48,5	50,5

Les valeurs suivies de lettres distinctes sont significativement différentes à P < 0,05.

Tableau 10 | Nombre de fleurs ouvertes par pélargonium lierre et zonale au stade commercial dans les serres témoin et IT

Année	Variété	Nombre de régulateurs appliqués	Nombre de fleurs ouvertes		Nombre de fleurs ouvertes et de boutons floraux	
			Serre témoin	Serre IT	Serre témoin	Serre IT
Pélargoniums lierres						
2010	Imperial Red	1	4,6	4,5	–	–
		2	4,8	5,2	–	–
2011	Balcon rouge	1	4,5	5,4	33,6	33,4
		2	4,6	4,9	31,1	34,1
Pélargoniums zonales						
2010	Serena Nova	1	1,1	1,4	–	–
		2	2,0	0,6	–	–
2011	Serena Nova	0	4,1	3,4	12,5	11,6
		1	4,1	3,4	12,0	12,1

Summary

Energy savings in greenhouse with temperature integration in pot pelargonium culture

Pelargonium production occurs between February and May, an enabling period for temperature integration (IT). Trials were conducted between 2009 and 2011 by Agroscope Changins-Wädenswil ACW to assess its energy saving potential as well as its impact on the plants.

In 2009 the energy savings obtained in the IT greenhouse were very weak compared to the control (2.5 %). In 2010 and 2011 in return, the gain was respectively 32 % and 40 %, corresponding to 10 kWh/m². Depending on the year and the varieties, the temperature had a significant effect on the main stem's length, with a higher elongation in the IT greenhouse. Temperature integration had an effect neither on floribundity, nor on the plants' fresh and dry weight.

Key words: energy saving, stem's length, fresh weight.

Zusammenfassung

Energieeinsparung durch Temperaturintegration im Gewächshaus bei Pelargonium Topfkulturen

Da die Produktion von Pelargonium jedoch zwischen den Monaten Februar und Mai stattfindet, ist diese Periode gut geeignet für die Temperaturintegration (TI). Agroscope Changins-Wädenswil ACW hat zwischen 2009 und 2011 Versuche durchgeführt, um das Energiesparpotential und den Einfluss auf die Pflanzen zu messen. 2009 war die Energieeinsparung im TI-Gewächshaus im Vergleich zur klassischen Temperaturführung sehr schwach (2,5 %). Aber 2010 und 2011 betrug sie 32 % bzw. 40 %. Die Prozentsätze der Einsparungen sind hoch, aber sie bedeuten nur ungefähr 10 kWh/m². Je nach Jahr und Sorten hatte die Temperaturintegration einen signifikanten Einfluss auf die Länge der Hauptstiele. Diese sind im TI-Gewächshaus länger. Die Temperaturintegration hatte jedoch weder Einfluss auf die Blütenreichhaltigkeit noch auf das Frisch- oder Trockengewicht der Pflanzen.

Riassunto

Risparmio energetico in serra attraverso l'integrazione di temperatura nelle colture di pelargonio in vaso

La produzione del pelargonio avviene tra febbraio e maggio, un periodo propizio all'integrazione della temperatura (IT). La stazione di ricerca Agroscope Changins-Wädenswil ACW ha svolto tra il 2009 e il 2011 delle prove per valutare il potenziale di risparmio energetico e misurare l'impatto sulle piante. Nel 2009 il risparmio energetico realizzato nelle serre IT rispetto alla serra testimone è minimo (2,5 %), mentre nel 2010 e 2011 è del 32 %, rispettivamente del 40 %. Questi percentuali di risparmio sono elevate, ma corrispondendo solo a ca. 10 kWh/m². A dipendenza degli anni e delle varietà l'integrazione di temperatura ha avuto un effetto significativo sulla lunghezza dello stelo principale. L'allungamento risulta più importante nella serra IT. L'integrazione della temperatura non ha avuto effetto né sulla quantità di fiori prodotti, né sul peso fresco e secco delle piante.

Remerciements

Toute l'équipe du groupe culture sous serre d'Agroscope Changins-Wädenswil ACW ainsi que les apprentis qui ont participé à ces expérimentations sont remerciés pour leur précieux travail.

Bibliographie

- Adams S., 2006. Maximising the savings from temperature integration. *The Commercial Greenhouse Grower*, octobre 2006, 33–36.
- Blanchard M. G. & Runkle E. S., 2011. The influence of day and night temperature fluctuations on growth and flowering of annual bedding plants and greenhouse heating costs predictions. *HortScience* **46** (4), 599–603.
- Joussemet M. A., 2011. Besoins énergétiques des plantes horticoles. Astredhor. Adresse: <http://www.astredhor.fr/data/info/49529-CR199.pdf> [mars 2012].
- Körner O. & Challa H., 2003. Design for an improved temperature integration concept in greenhouse cultivation. *Computers and Electronics in Agriculture* **39**, 39–59.
- Myster J. & Moe R., 1995. Effect of diurnal temperature alternations on plant morphology in some greenhouse crops – a mini review. *Scienta Horticulturae* **62**, 205–215.
- Riaudel O. & Deogratias J. M., 2011. Evaluation de l'influence d'une conduite à basse température et d'une conduite avec intégration des températures sur le comportement de différentes plantes en pot. Astredhor. Adresse: <http://www.astredhor.fr/data/info/59453-CR202.pdf> [mars 2012].
- Vogelezang J. V. M., 2000. Improvement of plant quality by integrated control of light, temperature and DIF-strategy. *Acta Hort.* **515**, 83–90.

Moyens de manutention Technique de stockage



rollen, transportieren
stapeln, lagern
sicher aufbewahren
manutention, sécurité
www.mapo.ch

70 ans
1942-2012



Des solutions pour vous faciliter la vie

MAPO SA • Z.I. des Larges Pièces C • 1024 Ecublens-Lausanne VD • tél.: 021 695 02 22
fax: 021 695 02 29 • ecublens@mapo.ch • www.mapo.ch

PÉPINIÈRES VITICOLES

JEAN-CLAUDE

FAY

PÉPINIÈRES
VITICOLES

La Tronche

73250 FRETERIVE • FRANCE

TÉL. 00 33 479 28 54 18

PORT. 00 33 680 22 38 95

FAX 00 33 479 65 68 12

E-MAIL: jeanclaud.fay@wanadoo.fr

www.plants-de-vigne-fay.com

- Nombreuses références auprès des viticulteurs suisses depuis plus de 30 ans
- Possibilité de plantation à la machine
- Livraison assurée par nos soins à votre exploitation
- Plants traités à l'eau chaude
Suivant recommandations de vos services phytosanitaires ou correspondant à la norme ZPD4

www.Baldinger.biz

Nous sommes votre partenaire depuis 1951!

Maintenant actuel:

- > 10 % sur les commandes en ligne!
- > Des vendanges de qualité: catalogue rouge

VINALYTIK

Votre partenaire pour l'analyse des vins



«Au plus près de votre vin»

VINALYTIK

Franzosenstrasse 14 • CH-6423 Seewen-Schwyz
Tél. +41 41 819 34 68 • Fax +41 41 819 34 74
info@vinalytik.ch • www.vinalytik.ch



VOTRE SPÉCIALISTE POUR:

- CUVES INOX 316
- TUYAUX À VIN
- MONTAGE DE RACCORDS
- PRODUITS ŒNOLOGIQUES
- PLAQUES «FILTROX»
- TERRES DE FILTRATION
- FILETS DE VIGNES



**Gaz alimentaires
GOURMET**

MESSER
Messer Schweiz AG

CHS CUÉNOUD SA

www.cuenoud.ch

TÉL. 021 799 11 07 – FAX 021 799 11 32

Entreposage frigorifique de pommes Pink Lady®: influence de la température, de l'atmosphère et du 1-MCP

Jean-Pierre SIEGRIST et Pierre-Yves COTTER, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW
Renseignements: Danilo Christen, e-mail: danilo.christen@acw.admin.ch, tél. +41 27 345 35 11, www.agroscope.ch



La variété Pink Lady® est en plein essor sur le marché des pommes.

Introduction

Grâce au réchauffement climatique de ces dernières années, la pomme Pink Lady®, nom commercial de la variété Cripps Pink^{COV}, intéresse toujours plus les producteurs de nos régions. Des printemps précoces et des automnes doux permettent de cultiver sans trop de risques cette variété très tardive. La période de récolte de Pink Lady® est actuellement du 15 au 25 octobre.

Issue d'un croisement entre Lady Williams et Golden Delicious, elle a été sélectionnée en 1979 à Stoneville en Australie. Après des débuts timides en Suisse en 1995, elle est largement plantée depuis ces cinq dernières années dans la plaine du Rhône. Connue des consommateurs par le biais des importations de l'hémisphère Sud, la variété est très demandée par les distributeurs et il n'y a pas besoin de développer le marché. Le fruit bicolore présente une face rose foncé

pastel attractive et une forme allongée très homogène héritée de Golden Delicious. Cette morphologie régulière et attrayante garantit aux producteurs une proportion très élevée de fruits de première qualité. L'équilibre gustatif, entre un taux de sucre élevé de 13 à 15 % Brix et une acidité comprise entre 7 et 8,5 g/l, est excellent. Le tout est légèrement parfumé. A cela s'ajoute une texture fine, ferme et croquante qui se maintient remarquablement bien en conservation et à température ambiante. Les quantités produites en forte progression demandent un plus long étalement des ventes dans la saison. Ce succès exige par conséquent de définir des conditions d'entreposage toujours plus performantes pour garantir aux consommateurs une qualité irréprochable des fruits jusqu'en été. Cette variété, bien implantée dans les régions méridionales, a déjà fait l'objet de nombreux essais d'entreposage, qui ont démontré que le stockage des fruits durant six mois ne pose pas de problème particulier. Au-delà de cette période, en revanche, deux accidents physiologiques peuvent survenir et entraîner des pertes importantes. Le premier est l'échaudure ordinaire (fig.1). Le second est le brunissement de la chair, qui touche occasionnellement des lots et qui apparaît généralement après six mois d'entreposage (fig.2). Les causes de ce dégât, décrit par Mathieu-Hurtiger *et al.* (2010), sont multiples: récolte tardive, facteurs culturaux, conditions climatiques et paramètres d'entreposage sont tous susceptibles de provoquer la formation du brunissement de la chair.

Résumé

La pomme Pink Lady® n'a pas de problème de qualité en conservation, mais elle est très sensible à l'échaudure ordinaire et au brunissement de la chair. Différentes conditions de stockage ont été testées durant quatre saisons pour réduire l'apparition de ces deux dégâts. En conditions d'atmosphère ULO, l'échaudure ne se développe pas du tout. En revanche, l'application de 1-MCP (SmartFresh™) n'agit que partiellement contre cette maladie: dans nos essais, l'échaudure a pu se développer dans la cavité pédonculaire des pommes malgré ce traitement. L'entreposage à des températures élevées de 3,5 à 4 °C permet de réduire l'apparition du brunissement de la chair. Le SmartFresh™ se montre aussi efficace contre cette maladie. Les résultats obtenus avec diverses conditions de stockage durant quatre saisons par ACW montrent l'influence des conditions climatiques de l'année et la tendance des fruits de certains vergers à développer un brunissement de la chair. Actuellement, au-delà de six mois de stockage, aucune condition d'entreposage ne permet de garantir l'absence de brunissement sur cette variété. En fonction de ces résultats, il est recommandé de conserver la variété en condition ULO à une température de 3,5 à 4 °C. Un contrôle des fruits à partir du mois d'avril, et en particulier du brunissement de la chair, est vivement conseillé.



Figure 1 | Dégât d'échaudure ordinaire.

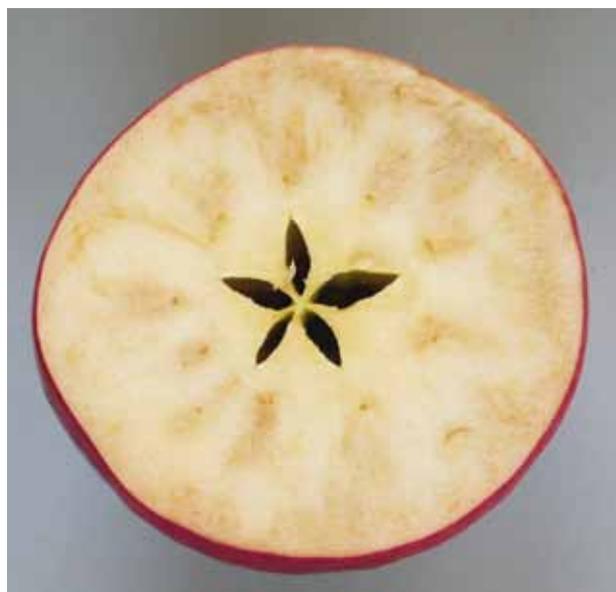


Figure 2 | Dégât de brunissement de la chair.

Le but de l'étude menée de 2007 à 2010 par Agroscope ACW était de tester durant quatre ans différentes températures de stockage, des conditions à basse teneur en oxygène (ULO: 1% O₂) et l'inhibiteur d'éthylène SmartFresh™ afin de maîtriser l'échaudure ordinaire et le brunissement de la chair de la pomme Pink Lady® durant sa conservation.

Matériel et méthode

Les fruits utilisés pour ces essais proviennent de vergers situés en Valais. Vu l'hétérogénéité des résultats et la forte influence du verger, le nombre de provenances a été augmenté de 6 à 12 lors des derniers essais. La maturité optimale de récolte recommandée par Gasser et Siegrist (2011) pour l'entreposage de Pink Lady® se définit comme suit:

- teneur en sucre entre 12,5 et 13,5 % Brix
- fermeté entre 7,5 et 8,5 kg/cm²
- teneur en amidon notes entre 4 et 6 (code Ctifl)
- indice de maturité entre 0,10 et 0,17.

La récolte de cette variété se situe à une période favorable pour les producteurs: tout à la fin de la saison, le personnel est disponible pour récolter les fruits au stade optimal de maturité pour l'entreposage.

Le jour où le producteur récolte sa parcelle, l'Office cantonal d'arboriculture de Châteauneuf (OCAVS) en Valais prélève les échantillons nécessaires à l'essai d'entreposage: soit un plateau de 15 kg par variante testée et un échantillon de 26 fruits destinés aux analyses de récolte. Dès réception de la marchandise, l'échantillon de 26 pommes est analysé avec le laboratoire automatique «Pimprenelle» et le test d'amidon est effectué sur dix fruits. Les lots destinés à l'entreposage sont refroidis

immédiatement et les conditions d'atmosphère contrôlée sont établies dès que toutes les provenances sont réceptionnées. Les variantes pour les quatre saisons d'entreposage sont décrites dans le tableau 1. En 2007, l'influence de la température de stockage est testée sur la marchandise à 3 et à 4°C en conditions AC. En 2008, diverses mises en condition de l'atmosphère sont comparées, avec trois protocoles différents: la variante témoin est établie selon la règle habituelle en abaissant la teneur en oxygène par rinçage à l'azote sitôt la marchandise refroidie. Dans la deuxième variante, l'oxygène est naturellement réduit par la respiration des fruits et, dans la troisième, le rinçage à l'azote est différé de trois semaines. En 2009, le test se déroule dans une atmosphère pauvre en oxygène (ULO). En 2010, une variante avec application de l'inhibiteur d'éthylène SmartFresh en conditions AC est comparée à la variante ULO.

Les lots en conservation sont contrôlés en mars et en mai ou juin, avec des échantillons de 80 fruits par variante et par verger. Les lots sont placés dans un local de maturation pendant sept jours à 19°C, puis exami-

Tableau 1 | Variantes d'entreposage testées de 2007 à 2010 pour la pomme Pink Lady®

Année	T (°C)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	Variante d'entreposage	Provenance (nombre)
2007	3 4	1,5	2	AC, 2 températures	8
2008	4	1,5	2	AC, rapide, rinçage à l'azote AC, par la respiration des fruits AC, différée de 3 semaines	6
2009	3,5-4	1,5 3	2 1	AC ULO	12
2010	3,5-4	1,5 3	2 1	AC + 1-MCP ULO	12

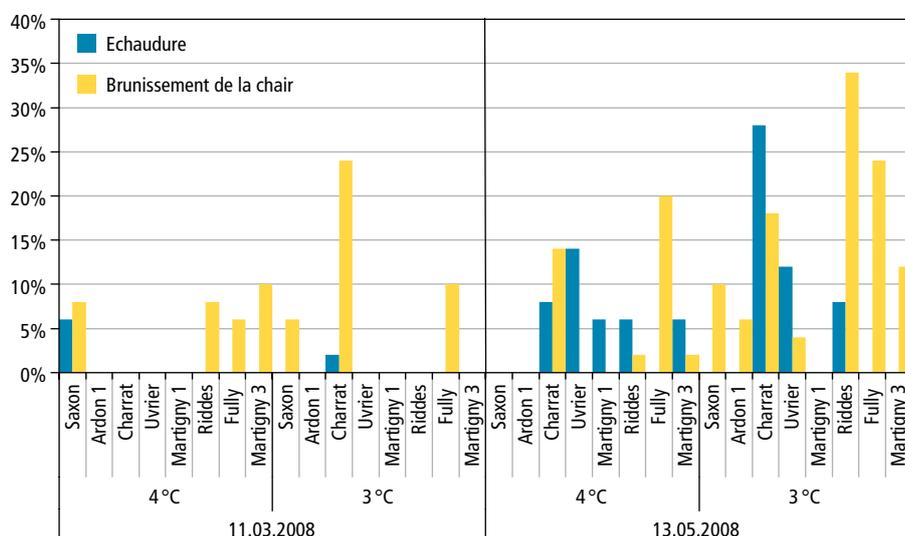


Figure 3 | Dégât d'échaudure ordinaire et de brunissement de la chair (en %) en atmosphère contrôlée à 3 et 4°C: résultats en mars et mai 2008.

nés; 50 fruits par échantillon sont coupés pour dénombrer et déterminer les diverses maladies dues à l'entreposage. La qualité de 26 pommes de tous les lots est analysée avec le robot «Pimprenelle». L'état sanitaire et qualitatif reflète ainsi la situation effective du moment où les fruits sont en général consommés.

Résultats

Effets de la température de stockage

Les dégâts d'échaudure et de brunissement de la chair des deux contrôles sont représentés par variante de température et par provenance dans la figure 3. Au contrôle de mars, les symptômes de brunissement de la chair sont discrets et ne touchent qu'une faible proportion de fruits, à l'exception d'une provenance, touchée à 24 % dans la variante à 3°C. Au contrôle de la mi-mai, toutes les provenances présentent de l'échaudure ou du brunissement de la chair, voire les deux. Globalement, la proportion de maladies est nettement plus élevée dans la variante conservée à 3°C. Ces résultats confirment les données de la littérature. Les températures basses sont une des causes qui favorisent le développement du brunissement. Une bonne partie des fruits proviennent d'arbres jeunes, ce qui peut expliquer leur plus grande sensibilité aux maladies et l'importance des dégâts.

Effet de l'établissement des atmosphères contrôlées

La mise en place de l'atmosphère peut aussi provoquer un stress mal supporté par les fruits. Les résultats des contrôles de ces différentes mises en condition AC sont donnés dans la figure 4. Lors de la saison d'essai, le développement des maladies de conservation est globalement très faible. Seule une provenance présente beaucoup de brunissement de la chair dans les trois

variantes, lors des deux contrôles. L'échaudure n'apparaît que sur une seule provenance dans deux conditions, le dégât ne dépassant pas 12 %. La pression des maladies étant très faible l'année de production 2008, les différentes variantes de mise en condition AC en automne n'ont pas pu montrer d'effets particuliers sur le comportement en stockage.

Effets des conditions ULO sur la formation de l'échaudure

Pour mieux prendre en compte l'influence des vergers, le nombre de provenances a passé à douze dans l'essai. Au contrôle de mars, aucun dégât n'est observé sur les fruits des deux variantes. En mai, les pommes à la sortie du frigo ne présentent aucun défaut externe, mais après quelques jours passés à température ambiante, l'échaudure apparaît sur certains lots conservés en AC. Dans la figure 5 sont reportés les dégâts observés après sept jours de maturation à 20°C. Étonnamment, sur 600 fruits coupés et contrôlés, aucun n'est atteint de

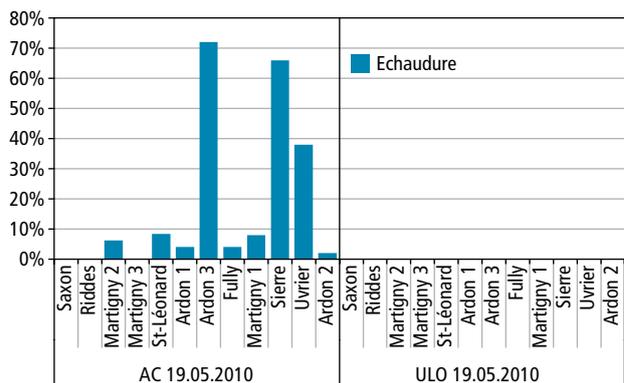
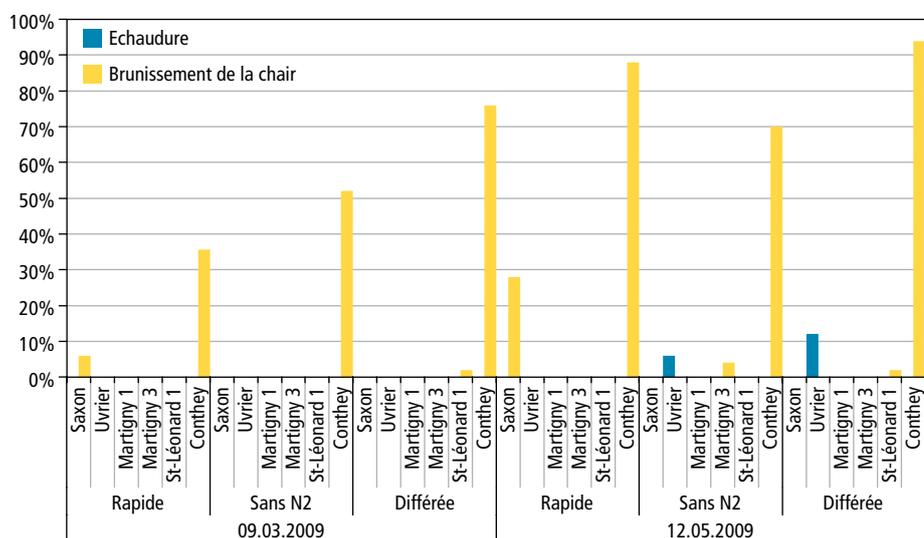


Figure 5 | Dégât d'échaudure ordinaire en atmosphères contrôlées AC et ULO: résultats en mai 2010.

Figure 4 | Dégât d'échaudure ordinaire et de brunissement de la chair dans différentes conditions d'atmosphère contrôlée: résultats en mars et en mai de l'année 2009 de trois variantes rapides, sans N2 et différées.



brunissement de la chair. L'échaudure est présente uniquement sur les fruits conservés en AC, les conditions ULO ont efficacement empêché la formation de la maladie. Dans la variante AC, les résultats diffèrent fortement entre les provenances: le dégât est absent sur trois lots, présent mais sans dépasser 8 % sur six lots et présent sur 40 à 70 % des fruits dans trois lots. Après trois ans d'essai, le brunissement de la chair ne semble plus poser de problèmes.

Effets du 1-MCP sur la formation de l'échaudure

Le produit SmartFresh™ avec l'inhibiteur d'éthylène 1-MCP est proposé par l'entreprise AgroFresh et permet de lutter contre l'échaudure. Dans l'essai 2010–2011, la variante ULO, qui donne de très bons résultats pour lutter contre la maladie, est comparée à la variante AC+1-MCP. L'expérience se déroule à nouveau avec les fruits de douze provenances. Au premier contrôle de mars, les fruits conservés en AC et traités au Smart-Fresh™ présentent après sept jours de maturation des taches d'échaudure localisées dans la zone pédonculaire des pommes (fig. 6). Les résultats du contrôle de mars sont présentés dans la figure 7 et ceux de juin dans la figure 8. Cette échaudure qui se développe dans la zone pédonculaire lors de l'application du SmartFresh™ est également signalée par Mathieu-Hurtiger *et al.* (2010) et dans la documentation publiée sur internet par l'entreprise AgroFresh (2007). Ce dégât spécifique est observé sur les pommes Pink Lady® traitées au 1-MCP. La proportion de fruits touchés n'est pas très importante et n'augmente pas forcément avec la durée de conservation. L'inconvénient pour l'entre-

positaire, c'est que le dégât apparaît au moment où la marchandise se trouve sur le marché, ce qui donne lieu à des retours qui pénalisent la variété et les fournisseurs. Dans la variante ULO, l'échaudure est quasi inexistante. Par contre, le brunissement de la chair peut apparaître en juin dans certains lots tandis que, dans la variante traitée au 1-MCP, seul un lot présente du brunissement au contrôle de juin. A nouveau, les résultats entre les provenances sont très différents, laissant à penser que l'origine principale du développement de ces deux maladies de conservation est liée aux vergers. Reste à trouver les causes de ces dégâts et les solutions pour les éviter. Ces résultats montrent qu'il est difficile pour le moment de recommander des conditions d'entreposage permettant de garantir une conservation de longue durée pour cette variété.

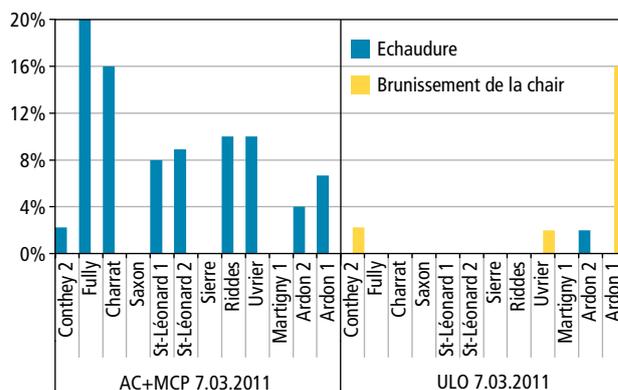


Figure 7 | Dégât d'échaudure ordinaire et de brunissement de la chair dans les variantes d'atmosphère AC+1-MCP et ULO: résultats en mars 2011.



Figure 6 | Dégât d'échaudure dans la zone pédonculaire.

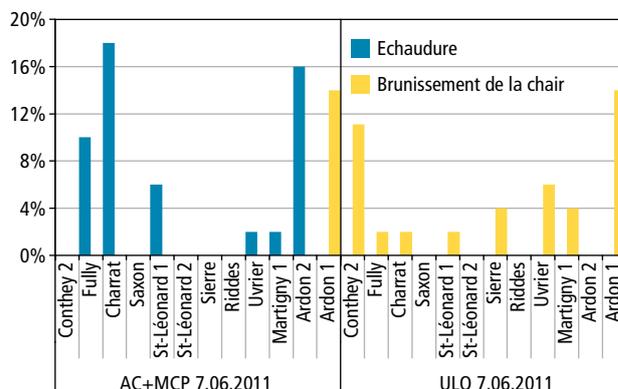


Figure 8 | Dégât d'échaudure ordinaire et de brunissement de la chair (en %) dans les variantes d'atmosphère AC+1-MCP et ULO: résultats en juin 2011.

Influence des conditions d'entreposage sur la qualité

L'évolution de la qualité de Pink Lady® en conservation est assez exceptionnelle. La perte de fermeté que l'on observe chez la plupart des variétés ne se produit pas avec celle-ci. Dans toutes les conditions de conservation de nos essais, la teneur en sucre et la fermeté des fruits se maintiennent remarquablement bien. De petites différences sont mesurées entre les variantes de stockage mais, dans tous les cas, leur qualité reste largement suffisante pour le marché. Le tableau 2 résume les moyennes des analyses effectuées durant les quatre saisons et dans les différentes variantes d'entreposage.

Discussion

Le test d'autres conditions de stockage peut éventuellement apporter de meilleurs résultats. Dans la littérature, d'autres variantes ont été examinées: moins de CO₂, température plus basse, refroidissement lent, etc., mais aucune solution idéale ne se dégage pour conserver la pomme Pink Lady® sans risque sur une longue durée. La sensibilité au brunissement de la chair survenant durant l'entreposage est fortement liée aux conditions de production des vergers. La figure 9 donne le pourcentage de dégât par verger, toutes variantes et

Tableau 2 | Résultats des analyses de la pomme Pink Lady® à la récolte et en fin de conservation selon les variantes d'entreposage

Nombre provenances	Récolte / Contrôle	Variante entreposage	Poids (g)	Sucre (% Brix)	Fermeté (kg)	Ac. malique (g/l)
8 vergers	2007	Récolte	174 ±22,5	13,0 ±0,81	8,3 ±0,56	9,3 ±1,34
8 vergers	13.05.2008	AC 4°C	164 ±15,2	13,4 ±0,42	7,7 ±0,48	5,6 ±0,87
8 vergers		AC 3°C	167 ±19,5	13,5 ±0,54	7,8 ±0,39	5,7 ±0,76
6 vergers	2008	Récolte	160 ±16,4	13,6 ±1,19	8,6 ±0,40	10,8 ±1,22
6 vergers	12.05.2009	AC Rapide	157 ±10,7	13,7 ±0,87	8,1 ±0,75	6,2 ±0,58
6 vergers		AC Sans N ₂	151 ±11,6	13,5 ±0,78	8,0 ±0,58	5,8 ±0,64
6 vergers		AC Différée	152 ±17,6	13,3 ±0,61	7,7 ±0,86	5,8 ±0,64
12 vergers	2009	Récolte	169 ±17,6	12,5 ±0,76	8,8 ±0,30	8,4 ±1,04
12 vergers	19.05.2010	AC	167 ±19,5	12,3 ±0,62	8,4 ±0,46	5,5 ±0,99
12 vergers		ULO	172 ±16,6	12,3 ±0,62	8,6 ±0,40	5,0 ±0,53
12 vergers	2010	Récolte	178 ±15,7	13,0 ±0,80	9,1 ±0,47	10,0 ±1,23
12 vergers	07.06.2011	AC+MCP	177 ±11,3	14,7 ±0,95	9,9 ±0,46	6,7 ±0,46
12 vergers		ULO	179 ±16,0	14,5 ±0,81	9,0 ±0,37	5,6 ±0,58

Les valeurs correspondent à la moyenne et à l'écart-type des provenances et variantes testées.

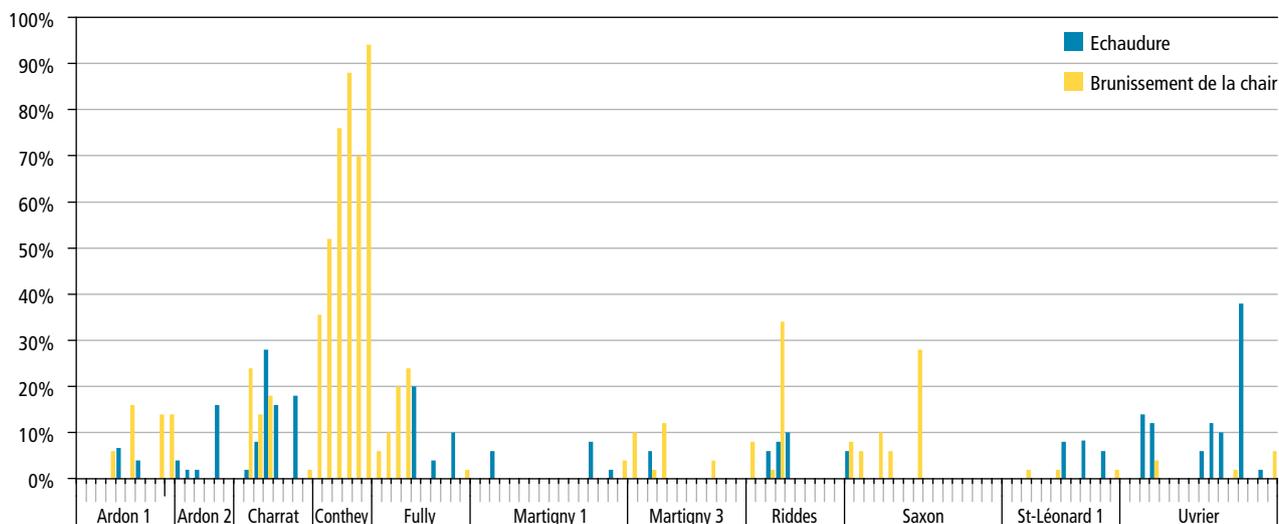


Figure 9 | Dégât d'échaudure ordinaire et de brunissement de la chair de 2007 à 2010, toutes variantes d'entreposage confondues: résultats en mars et mai selon les provenances.

années confondues, et démontre bien que les fruits de certaines provenances posent régulièrement des problèmes et d'autres rarement.

En l'état actuel de nos résultats et expériences, il convient tout de même de proposer des conditions d'entreposage aux entrepositaires chargés de conserver cette variété. Parmi les variantes testées durant quatre ans, une est intéressante. La figure 10 résume l'influence des conditions d'atmosphère sur le développement de ces deux maladies de conservation et la variante ULO apparaît comme la moins mauvaise et la plus économique à pratiquer. Reste à l'entrepositaire d'être vigilant et de contrôler attentivement la marchandise à partir du mois d'avril pour éviter les mauvaises surprises. En contrôlant les fruits, il peut dépister les vergers qui posent des problèmes de brunissement de la chair.

Conclusions pour la pratique

- Pour limiter la maladie du brunissement de la chair en atmosphère contrôlée des pommes Pink Lady®, il convient de maintenir une température d'entreposage élevée entre 3,5 et 4 °C.
- Les conditions d'atmosphère ULO (1 % O₂ et 3 % CO₂) permettent de lutter efficacement contre l'échaudure ordinaire.
- Le traitement au SmartFresh™ réduit la formation du brunissement de la chair et de l'échaudure ordinaire. Toutefois sur certains lots, il peut se former de l'échaudure dans la zone pédonculaire des fruits.
- Le brunissement interne des fruits entreposés au-delà du mois d'avril est fortement influencé par les conditions de production du verger quelles que soient les conditions de stockage.
- La différence de qualité physico-chimique des fruits mesurée entre les variantes d'entreposage testées durant quatre saisons est très faible. ■

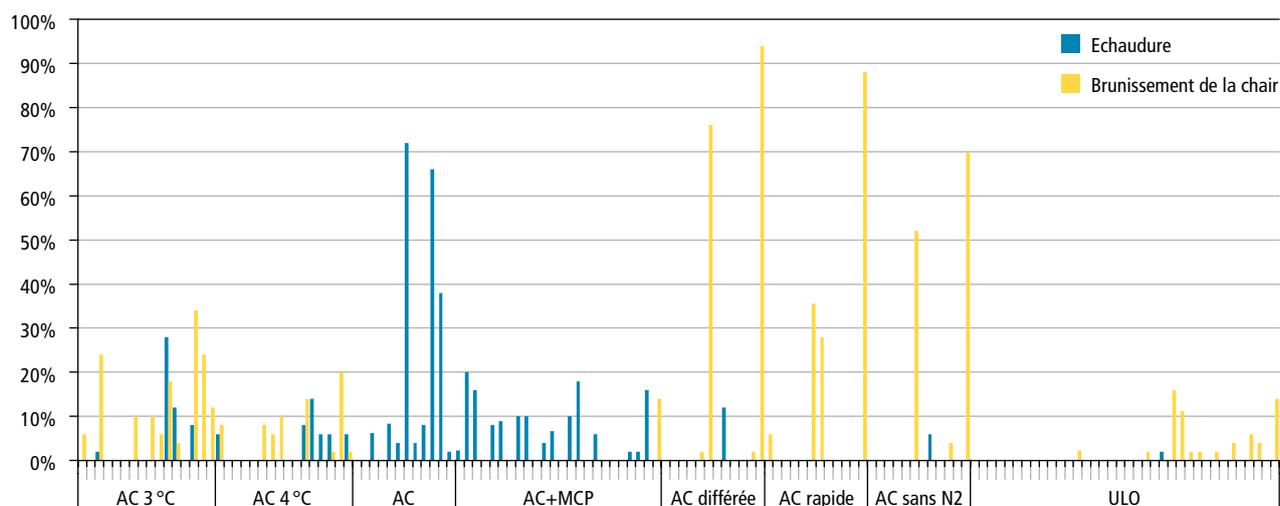


Figure 10 | Dégât d'échaudure ordinaire et de brunissement de la chair de quatre années d'essai de 2007 à 2010: résultats en mars et mai selon les variantes d'entreposage de toutes les provenances.

Remerciements

A l'Office cantonal d'arboriculture de Châteauneuf (OCAVS) en Valais et aux producteurs de la pomme Pink Lady® pour leur collaboration à ces essais d'entreposage.

Bibliographie

- AgroFresh, 2007. Pink lady® Cripps Pink[®] SmartFresh Quality system technical support. Adresse: <http://www.smartfresh.com> [15 septembre 2008].
- Gasser F. & Siegrist J.-P., 2011. Recommandations 2011–2012 aux entrepositaires de fruits et légumes. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **43** (5), 316–319.
- Mathieu-Hurtiger V., Bony P., Landry P., Coureau C., Tessier C., Westercamp P. & Monteils G., 2010. Conservation de Pink Lady® – Derniers éléments sur le brunissement interne. *Infos-Citifl* **265**, 34–39.

Summary**Storage of Pink Lady® apples: influence of temperature, CA- and ULO conditions and 1-MCP**

The Pink Lady® apple is problemless in cold storage for internal quality but it is susceptible to two storage diseases: common scald and internal browning. Different storage conditions were tested during four years in order to reduce their occurrence. Under ULO (ultra low oxygen) conditions, scald development could be avoided. The use of 1-MCP (Smart Fresh™) was in return only partially effective against this storage disease. In our tests, scald developed mainly in the stem cavity of the fruits despite of this treatment.

Storage at higher temperatures from 3.5 to 4 °C reduced the appearance of internal browning. Smart Fresh™ also had a good effect against the disease. However, the results with the different storage conditions during the four years have shown that the influence of climatic conditions of a year and the influence of the orchard may be very high. Currently, no storage conditions can be recommended to prevent internal browning after six months of cold storage. In conclusion, according to our results it is recommended to store Pink Lady® apples under ULO conditions at a temperature from 3.5 to 4 °C. The control of the appearance of internal browning is highly recommended since April.

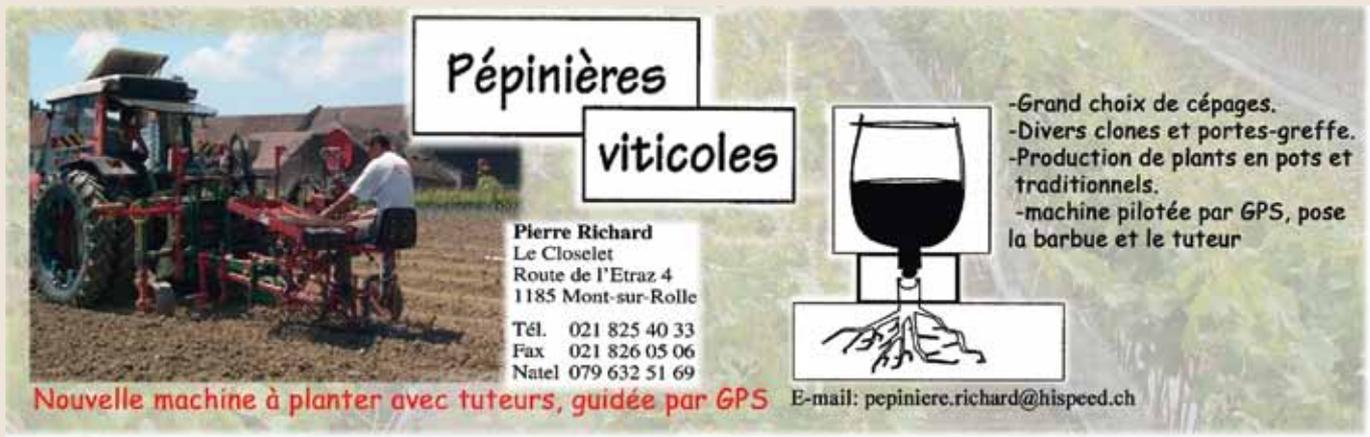
Key words: storage, common scald, controlled atmosphere, internal browning, quality, ultra low oxygen (ULO).

Zusammenfassung**Kühlagerung vom Pink Lady® Äpfeln: Einfluss von Temperatur, CA- und ULO-Lager und 1-MCP**

Der Pink Lady® Apfel stellt bei der Lagerung kaum Probleme betreffend der Essqualität. Dagegen ist er sehr anfällig auf zwei Lagerkrankheiten: die gewöhnliche Schalenbräune und die Fleischbräune. Verschiedene Lagerbedingungen wurden bei ACW während vier Jahren getestet, um das Auftreten dieser beiden Lagerkrankheiten besser zu kontrollieren. Unter ULO-Bedingungen (ultra low oxygen) konnte sich die Schalenbräune nicht entwickeln. Dagegen war die Anwendung von 1-MCP (SmartFresh™) nur teilweise wirksam gegen diese Krankheit. In unseren Tests entwickelte sich die Schalenbräune trotz dieser Behandlung vor allem in der Stielgrube des Apfels. Die Lagerung bei höheren Temperaturen von 3,5 bis 4 °C reduzierte das Auftreten der Fleischbräune. SmartFresh™ hatte ebenfalls eine gute Wirkung gegen diese Krankheit. Die Ergebnisse unter den verschiedenen Lagerbedingungen während der vier Jahre haben aber gezeigt, dass der Einfluss der klimatischen Bedingungen eines Jahres und der Einfluss der Parzelle auf die Entwicklung der Fleischbräune sehr gross sein kann. Zur Zeit können keine Lagerbedingungen empfohlen werden, die das Auftreten der Fleischbräune nach mehr als sechs Monaten Lagerdauer gänzlich verhindern. Abschliessend kann auf der Grundlage der Ergebnisse dieses Projekts empfohlen werden, Pink Lady® Äpfel unter ULO-Bedingungen bei einer Temperatur von 3,5 bis 4 °C zu lagern. Ab dem Monat April sind Kontrollen vor allem betreffend des Auftretens der Fleischbräune dringend empfohlen.

Riassunto**Conservazione frigorifera della varietà di melo Pink Lady®: influenza della temperatura, dell'atmosfera e del 1-MCP**

La mela Pink Lady®, pur non ponendo problemi a livello di qualità nella conservazione, è molto sensibile alle seguenti due malattie: il riscaldamento comune e l'imbrunimento interno. Per ridurre l'apparizione di loro danni, sono state testate da ACW durante quattro stagioni diverse condizioni di conservazione. A condizioni d'atmosfera ULO, il riscaldamento non si sviluppa affatto, mentre l'applicazione del 1-MCP (SmartFresh™) risulta solo parzialmente efficace. Nell'ambito delle nostre prove, nonostante questo trattamento, il riscaldamento si è sviluppato nella cavità pedunculare delle mele. La conservazione a temperature elevate da 3,5 a 4 °C permette di ridurre l'apparizione dell'imbrunimento interno e lo SmartFresh™ presenta pure una buona efficacia contro questa malattia. I risultati osservati a diverse condizioni di conservazione durante quattro stagioni hanno evidenziato l'influenza delle condizioni climatiche dell'anno e la sensibilità dei frutti di certi frutteti a sviluppare dell'imbrunimento interno. Attualmente, nessun tipo di stoccaggio è in grado di garantire l'assenza d'imbrunimento su questa varietà oltre i sei mesi di conservazione. In conclusione, si raccomanda, in base ai nostri risultati, di conservare la varietà in condizioni ULO a temperatura elevata da 3,5 a 4 °C e si consiglia vivamente di controllare dei frutti dal mese di aprile, in particolare sulla presenza d'imbrunimento interno.



**Pépinières
viticoles**

Pierre Richard
Le Closelet
Route de l'Etraz 4
1185 Mont-sur-Rolle
Tél. 021 825 40 33
Fax 021 826 05 06
Natel 079 632 51 69

**-Grand choix de cépages.
-Divers clones et portes-greffe.
-Production de plants en pots et traditionnels.
-machine pilotée par GPS, pose la barbue et le tuteur**

Nouvelle machine à planter avec tuteurs, guidée par GPS E-mail: pepiniere.richard@hispeed.ch

rega 

**60 ans. Grâce à votre soutien.
Devenez donateur: www.rega.ch**

Vivian Zufferey veille au bien-être de la vigne

«Je suis né à Sierre, en plein carnaval», sourit Vivian Zufferey, le physiologiste attiré du centre viticole d'ACW. Son enfance est rythmée par les travaux du domaine viticole familial, puis son passage au collège de Saint-Maurice lui révèle la culture latine et grecque, une de ses passions aujourd'hui encore. Il part étudier l'agronomie à l'EPFZ en 1988 et y suit les cours de François Murisier, qui lui donne le goût de la recherche en physiologie végétale et dirige son travail de diplôme. Il séjourne ensuite une année au centre viticole d'ACW, à Pully, où il fait la connaissance de sa femme, œnologue et journaliste viticole. Son cursus s'achève en 2000 avec une thèse de doctorat consacrée à l'influence des facteurs climatiques sur la physiologie de la vigne.

De 2000 à 2003, ACW l'engage pour étudier les terroirs viticoles vaudois, le premier travail d'envergure sur un thème aujourd'hui à la mode. En 2004, départ en famille pour l'Université Davis en Californie, où Vivian profite d'infrastructures sophistiquées pour observer le végétal sous toutes les coutures, notamment les racines avec des caméras souterraines. «Cette expérience m'est utile actuellement pour les aspects hydrologiques liés au changement climatique.» En 2005, un poste se libère à Pully: les compétences sont réorganisées entre les chercheurs et Vivian Zufferey hérite naturellement des travaux en physiologie. A la retraite de François Murisier en 2008, il devient responsable de l'étude des terroirs, dans une deuxième phase portant sur l'adaptation des cépages aux conditions pédoclimatiques. Avant d'attaquer la troisième étape (2012–2014: l'importance de l'alimentation azotée pour les vins de terroir de qualité), il fait une nouvelle escapade de cinq mois en famille à la Station de Cornell (New York) pour un stage sur le métabolisme du carbone et de l'eau dans la plante, dans une situation limite pour la culture de la vigne. Il me glisse: «C'est toujours dans les conditions difficiles qu'on apprend des choses...» Résidant à Geneva – «une ville dans la forêt» –, les Zufferey font déguster les vins suisses aux Américains: c'est une découverte!

Ses expériences à l'étranger font apprécier à Vivian Zufferey les atouts de la recherche viticole en Suisse: «On a vraiment de la chance, le niveau est élevé, les vignobles expérimentaux sont nombreux et variés,



Vivian Zufferey (photo C. Parodi, ACW)

le personnel est bien formé, le labo et la cave sont à proximité: c'est un outil de travail exceptionnel.» Il poursuit: «Dans notre domaine, en écophysiologie, le champ d'investigation est encore vaste et nos projets sont soutenus par la pratique, qui s'inquiète des changements liés au réchauffement climatique: la limitation de l'eau – et de l'alimentation minérale qui en dépend, les accidents physiologiques, l'augmentation possible des maladies, l'arrivée de nouveaux ravageurs... Nous avons encore du pain sur la planche!»

Mais la vigne est entre de bonnes mains: homme de conviction et de compétence, fidèle à ses engagements, Vivian Zufferey veille année après année à ses besoins.

Eliane Rohrer, Revue suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture



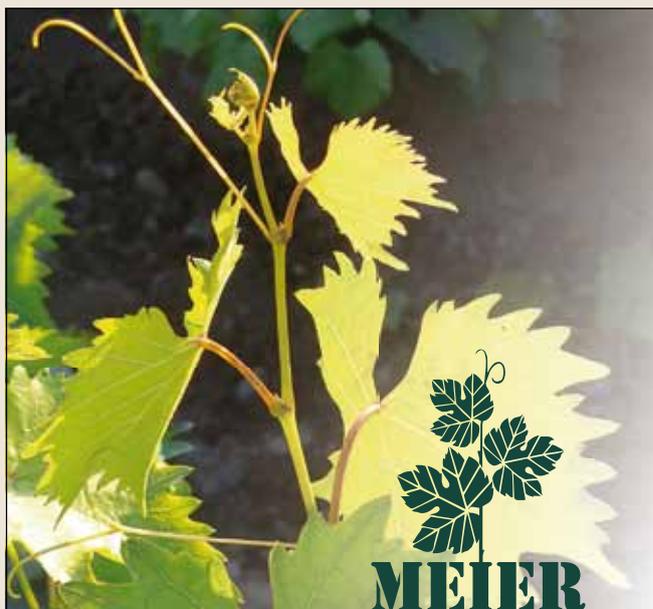
manutention
sécurité



Nous donnons
du mouvement
à vos idées!

www.mapo.ch

MAPO S.A.
Z.I. des Larges-Pièces C
Chemin Prévenoge
CH-1024 Ecublens
Tél. +41 (0)21 695 02 22
Fax +41 (0)21 695 02 29
ecublens@mapo.ch



PLANTS DE VIGNE

Pour une viticulture moderne
couronnée de succès

PÉPINIÈRES VITICOLES ANDREAS MEIER & Co.
5303 Würenlingen | T 056 297 10 00
office@rebschule-meier.ch | www.vignes.ch

Alphatec



Optimiser la protection de vos cultures avec nous

1350 Orbe Tél: 024 442 85 40

alphatec@alphatec-sa.ch

- Joints de rechange de portes tous modèles
- Cuves rectangulaires, rondes, tronconiques, à pression
- Cuves de pigeage
- Fouloirs, égrappoirs, presseurs à membrane ATI
- Installations de pilotage des températures
- Tous accessoires et robinetteries
- Pompes, tuyauteries
- Filtres compacts multicarters, à membranes

**CUVES & MACHINES
DE
CAVES**

bgnellen@gmail.com
Géard Nellen - 1897 Les Evouettes
Tél. 024 481 32 74 - Fax 024 481 39 24

JEAN-PAUL GAUD SA

BOUCHONS - CAPSULES - CAPSULES A VIS



Rue Antoine-Jolivet 7 - CP 1212 - 1211 Genève 26
Tél. +41 (0) 22 343 79 42 - www.gaud-bouchons.com



*Analyses et conseils de fumure: notre
laboratoire accrédité et nos ingénieurs
sont à votre disposition!*

SOL-CONSEIL • Changins • CP 1381 • 1260 Nyon 1
Tél. 022 363 43 04 • Fax 022 363 45 17
E-mail: sol.conseil@acw.admin.ch
www.acw.admin.ch

**7th EUROPEA Wine Championship – 10 au 14 avril 2012, Ascoli Piceno, Italie
(7^e Championnat européen des étudiants en vitiviniculture)**

Médaille de bronze pour les étudiants de Changins!

Avec sa médaille de bronze (3^e rang) en œnologie, ses deux 9^{es} rangs en viticulture et en dégustation et son 5^e rang au classement général, Vincent Beltrami, étudiant valaisan de l'Ecole spécialisée (volée 2011), a marqué de sa présence ce Championnat européen des étudiants en vitiviniculture. Son coéquipier Fabio Zanini, étudiant tessinois de la même volée, s'est placé 6^e en œnologie et 8^e au prix spécial «Le Marche». C'est dire si les étudiants de Changins ont porté haut les couleurs de leur Ecole et de la Suisse!



Tous les étudiants et accompagnants devant l'Ecole agraire d'Ascoli (I).

Cette 7^e édition de l'«EUROPEA Wine Championship» s'est déroulée à Ascoli Piceno, dans les Marches, sur la côte adriatique de l'Italie. Destiné aux étudiants de moins de 25 ans en cours de formation de niveau intermédiaire, ce concours était organisé par l'Ecole de technique agraire de l'Etat (Istituto Tecnico Agrario Statale «Celso Ulpiani»), spécialisée en viticulture et en œnologie.

Trente équipes de deux étudiants venant des quatre coins de l'Europe se sont affrontées en cinq compétitions tenues uniquement en anglais: Vine growing (viticulture), Wine making (œnologie), Wine tasting (dégustation), Team Contest (épreuve par équipes) et



Vincent Beltrami (à gauche) et Fabio Zanini.

Special Award Le Marche (épreuve spéciale sur la région viticole des Marches, réservée aux non-Italiens). Maîtriser mieux que leurs concurrents et en anglais les aspects théoriques et pratiques de ces diverses disciplines: telle était la tâche ardue demandée aux futurs professionnels de la vigne et du vin d'Europe.

Concernant les deux étudiants de l'Ecole spécialisée de Changins, Fabio Zanini et Vincent Beltrami, leurs résultats, presque à chaque fois dans les dix premiers, les placent parmi les meilleurs du continent: une performance de haut vol, compte tenu du niveau très élevé des épreuves effectuées et aussi des soixante concurrents en lice!

La tenue annuelle de ce Wine Championship, au-delà de l'aspect formateur dans la technique professionnelle vitivinicole, donne l'occasion à des jeunes venus de toute l'Europe de se rencontrer, d'échanger et de créer des liens d'amitié transfrontaliers. Cet événement constitue un enrichissement inestimable, pour leur avenir personnel comme pour celui de toute la vitiviniculture européenne.

En 2013, la 8^e édition se déroulera en Slovénie, à Nova Gorica, ville frontière avec l'Italie. Un rendez-vous à ne pas manquer pour les étudiants qui auront la chance d'y participer! ■

Christian Guyot, professeur accompagnant,
christian.guyot@eichangins.ch

DUVOISIN Puidoux



Importateur - Vente - Réparation - Pièces détachées

DUVOISIN & Fils SA – 1070 Puidoux-Gare
Machines viticoles et agricoles

Tél. 021 946 22 21 – Fax 021 946 30 59



MATÉRIEL DE CAVE ET D'EMBALLAGE



Emballage - Bouteilles et verres - Filtration
Cuves - Produits œnologiques - Hygiène
Pompes & raccorderie - Matériel d'occasion

FFortis & Angelrath Sàrl
T +41 32 751 37 95 - F +41 32 751 31 44
Rue de la gare 20 - 2525 Le Landeron
ffortis@ffortis.ch - www.ffortis.ch

ABDECKUNG FÜR REBEN



MZ-Rollsystem

- Kostengünstige Variante für Selbstmontage
- Individuelle Höheneinstellung zum Arbeiten
- Stabil und langlebig
- Auf- und Abrollen mit Bohrmaschine oder Kurbel

NETZTEAM U. Meyer + F. Zwimpfer
Brühlhof, 6208 Oberkirch
Tel. 041 921 16 81, Fax 041 920 44 73
fredy.zwimpfer@bluwin.ch
Montage: U. Meyer 079 643 46 18

FORMULATION HYPER-DISPERSIBLE



MICROTHIOL[®] SPÉCIAL DISPERS[®]

NOUVEAU : 3 FOIS* PLUS DISPERSIBLE.

FORMULATION DISPERS[®], EN MICROGRANULÉS HYPER-DISPERSIBLES.



Dans votre Landi

* Microthiol Spécial Dispers comparé au Microthiol Spécial DG Homologation n°W2075 - Composition 80% de soufre à fines fibres. Bien lire l'étiquette avant toute utilisation et respecter les précautions d'emploi.

PANECO TECH GMBH

MACHINES ET INSTALLATIONS DE CAVE

PATRICK NEHER
079 301 76 43

PANECO TECH GMBH
HAUBENSTRASSE 35 / 3671 HERBLIGEN

patrick.neher@panecotech.ch / www.panecotech.ch

Bouchons en liège

Capsules à vis · Bouchons couronne

Capsules de surbouchage · Bondes silicone

Barrisques · Supports porte-barrisques · Tire-bouchons

LIÈGE RIBAS S.A.

8-10, rue Pré-Bouvier · Z.I. Satigny · 1217 Meyrin

Tél. 022 980 91 25 · Fax 022 980 91 27

e-mail: ribas@bouchons.ch

www.bouchons.ch

Tant qu'il ne saura pas voler,
vous pourrez compter sur la Rega.



Devenez donateur: www.rega.ch

rega 

60 ans. Grâce à votre soutien.

Fermentation optimale:

Oenoferm® Freddo F3
Oenoferm® Structure F3



Nurtition optimale des levures

VitaDrive® F3 et
VitaFerm® Ultra F3

Mobilisateur pour les levures et composé de substances nutritives

